

MINISTÈRE DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE

Reynold BARBIER

BULLETIN DES SERVICES

DE LA

# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE

ET DES

TOPOGRAPHIES SOUTERRAINES

N° 215. — Tome XLIV, 1944.

CONTRIBUTION  
A L'ÉTUDE PALÉOGÉOGRAPHIQUE  
DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR  
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

PAR

Jean GOGUEL

Ingénieur en chef des Mines,  
Directeur-adjoint du Service.

Reynold BARBIER

PARIS ET LIÈGE

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER

PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

LIÈGE, 1, QUAI DE LA GRANDE-BRETAGNE, 1

1945

Tous droits réservés

Imprimé en France



Le Bulletin de la Carte Géologique de la France paraît par fascicules contenant chacun un mémoire complet, dont la réunion forme chaque année un volume in-8° accompagné d'un grand nombre de planches, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte.

Les tomes I à XLIII (Bulletins n<sup>os</sup> 1 à 211) sont complets.  
Le tome XLIV commence avec le bulletin n<sup>o</sup> 212.

Il a été tiré à part un certain nombre d'exemplaires de chacun des bulletins destinés à être vendus séparément.

TOME I (1889-1890).

N<sup>os</sup>  
1. Étude sur le massif cristallin du Mont Pilat, par P. TERMIER. — 2. Note sur les Terrains d'alluvions des environs de Lyon, par F. DELAFOND. — 3. Note sur l'existence de terrains de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude, par L. CAREZ. — 4. Note sur les Roches primitives de la feuille de Brives, par L. DE LAUNAY. — 5. Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille, par Ch. DEPÉRET. — 6. Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville, par G. MAILLARD. — 7. Mémoire sur les éruptions diabasiques siluriennes du Menez-Hom, par Ch. BARROIS. — 8. Relations entre les Sables de l'Éocène inférieur dans le Nord de la France et dans le bassin de Paris, par J. GOSSELET. — 9. Études sur les roches cristallines et éruptives des environs du Mont Blanc, par A. MICHEL-LÉVY. — 10. Note sur la stratigraphie du Plateau Central entre Tulle et Saint-Céré, par G. MOURET.

TOME II (1890-1891)

11. Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège (feuille de Foix) ; sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne, par A. LACROIX. *Épuisé.* — 12. Nouvelle subdivision dans les terrains Bressans, Bassin de Blanzay et du Creusot, par F. DELAFOND. — 13. Les éruptions du Velay, par P. TERMIER. — 14. Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le Bassin de Paris, par G.-F. DOLLFUS. — 15. Note sur la formation géologique du Forez et du Roannais, par Le VERRIER. *Épuisé.* — 16. Notes sur les sables de la vallée d'Apt, sur la découverte de l'horizon du Montaignet dans le bassin d'Apt, sur le Pliocène de Théziers, par DEPÉRET, KILIAN et LEENHARDT. — 17. Note sur la structure des Corbières, par E. DE MARGERIE. *Épuisé.* — 18. Note sur la continuation de la chaîne de la Sainte-Baume et sur quelques points de la feuille de Castellane, par Ph. ZÜRCHER. — 19. Contribution à l'étude des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France, par VASSEUR. *Épuisé.* — 20. Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise, par P. TERMIER.

TOME III (1891-1892)

21. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne, par E. HAUG. — 22. Note sur les derniers travaux de G. Maillard, par MICHEL-LÉVY ; Note sur les diverses régions de la feuille d'Annecy, par G. MAILLARD. — 23. Contribution à la Géologie de l'Oise, notice géologique de Beauvais, par H. THOMAS ; Note sur le Trias de l'Ariège et de l'Aude, par C. DE LACVIVIER. — 24. Le massif d'Allauch, par MARCEL BERTRAND. — 25. Étude des Chablais compris entre l'Arve et la Drance, par A. JACCARD. — 26. Étude sur les massifs du Sud de la chaîne des Aiguilles Rouges, par MICHEL-LÉVY. — 27. Note sur la prolongation vers le Sud

TOME IV (1892-1893)

28. Description géologique du Velay, par M. BOULE. *Épuisé.* — 29. Contact du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry, par HOLLANDE. — 30. Études sur le Plateau Central. La vallée du Cher dans la région de Montluçon, par L. DE LAUNAY. — 31. Note sur la distribution géographique et sur l'âge géologique des ophites et des lherzolites de l'Ariège, par C. DE LACVIVIER. — 32. Le Môle et les collines du Faucigny, par MARCEL BERTRAND. — 33. Sur les plissements siluriens dans la région du Cotentin, par L. LECORNU. — 34. Note sur la géologie de la Haute vallée d'Aspe (Basses-Pyrénées), par J. SEUNES.

TOME V (1893-1894)

35. Étude stratigraphique des Pyrénées, par J. ROUSSEL. — 36. Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général, par MICHEL-LÉVY. — 37. Nouvelles observations sur l'extension des poudingues de Palassou dans le Département du Tarn ; Relations du terrain nummulitique de la Montagne Noire avec les formations lacustres du Castrais, par VASSEUR.

TOME VI (1894-1895)

38. Comptes rendus des Collaborateurs (1893). — 39. Le plateau infracrétacé des environs de Nîmes, par TORCAPEL. — 40. Le massif des Grandes Rousses, par P. TERMIER. — 41. Étude stratigraphique des terrains tertiaires oligocènes de la vallée des Déserts (près Chambéry), par HOLLANDE. — 42. Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées, par A. LACROIX. — 43. Le plateau de Lanne-mezan et les alluvions anciennes des hautes vallées de la Garonne et de la Neste, par M. BOULE.

TOME VII (1895-1896)

44. Comptes rendus des Collaborateurs (1894). — 45. Leucotéphrite à pyroxène de la base du Culm du Mâconnais, par MICHEL-LÉVY et A. LACROIX. — 46. Études sur le Plateau Central : Le massif de Saint-Saulge et ses relations avec le terrain houiller de Decize, par L. DE LAUNAY. — 47. Études sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de Savoie, par E. HAUG. — 48. Note sur la structure de la région de Castellane, par P. ZÜRCHER. — 49. La région de la Brèche du Chablais (Haute-Savoie), par M. LUGEON.

TOME VIII (1896-1897)

50. Le Jurassique à l'Ouest du Plateau Central, par P. GLANCEAUD. — 51. Le Permien, le Trias et le Jurassique de la feuille de Cahors, par E. FOURNIER. — 52. Étude stratigraphique des massifs montagneux du Canigou et de l'Albère, par J. ROUSSEL. — 53. Comptes rendus des Collaborateurs (1895). — 54. Le Cantal Miocène, par M. BOULE. *Épuisé.* — 55. Note sur les roches éruptives basiques et sur les amphibolites de la chaîne de Belledonne, par L. DUPARC.

TOME IX (1897-1898)

56. Étude géologique du Nord des Alpes-Maritimes, par LÉON BERTRAND. *Épuisé.* 57. Mémoire sur le porphyre bleu de l'Estérel, par MICHEL-LÉVY. — 58. Tertiaire de la Sologne ; Oxfordien et Rauracien de l'Est et du Sud-Est du Bassin de Paris, par A. DE GROSSOURE. — 59. Comptes rendus des Collaborateurs (1896). — 60. La bordure sud-ouest du Mont Blanc, les plis couchés du Mont Joly et de ses attaches, par E. RITTER.

TOME X (1898-1899)

61. Le Massif du Haut Giffre, par E. RITTER. — 62. Le Portlandien du Bassin de l'Aquitaine, par P. GLANCEAUD. — 63. Comptes rendus des Collaborateurs (1897). — 64. Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. Les contacts de la Haute Ariège, par A. LACROIX. — 65. Notes sur les terrains tertiaires du Plateau des Déserts, près Chambéry, par H. DOUXAMI et J. REVIL. — 66. Le Dôme de la Grésigne (Feuille de Montauban), par E. FOURNIER. — 67. Le Gabbro du Pallet et ses modifications, par A. LACROIX. — 68. La grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence, par MARCEL BERTRAND. — 69. Comptes rendus des Collaborateurs (1898).

## CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PALÉOGÉOGRAPHIQUE DU CRÉTACÉ INFÉRIEUR DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

PAR

JEAN GOGUEL

Ingénieur en Chef des Mines,  
Directeur adjoint du Service.

### INTRODUCTION

Au cours de dix années d'explorations pour la révision de la carte géologique détaillée (f. Valence, Vizille, Privas, Die, Le Buis, Digne, le Vigan, Forcalquier, Castellane, Arles, Aix, sans parler de courses nombreuses sur Nice et les autres feuilles de la région) nous nous sommes spécialement intéressé au Crétacé inférieur et nous y avons multiplié les observations et les récoltes de fossiles.

D'Alcide d'Orbigny jusqu'à Kilian, ces terrains ont été l'objet de travaux paléontologiques si complets que, dans cet ordre d'idées, nos observations ne nous ont presque rien apporté de nouveau.

Il resterait pourtant, suivant une tendance qui a connu certains succès en d'autres régions, à multiplier les subdivisions stratigraphiques, et à s'efforcer de les caractériser paléontologiquement. Il ne nous a point semblé que ce fut là une voie féconde. Il ne manque pas de points, où dans l'épaisseur d'un même étage, l'Hauterivien par exemple, on peut recueillir plusieurs faunes successives différentes. Mais, le plus souvent, ces faunes sont formées d'ammonites appartenant à des groupes assez divers. Leur superposition traduit un changement dans les conditions biologiques qui a pu se produire à une époque diffé-



rente en d'autres points, voire dans un ordre inverse, et qui ne présente nul rapport nécessaire avec le jeu de l'évolution. Effectivement, ces superpositions de faunes différentes se retrouvent rarement à quelque distance. Ne pourrait-on se borner à l'étude des formes d'un même groupe, les *Hoplites* par exemple, en y distinguant des espèces suffisamment nombreuses, qui pourraient caractériser des niveaux successifs ? L'étude des nombreux échantillons de nos récoltes nous laisse au contraire l'impression que beaucoup d'espèces décrites antérieurement ne résisteront pas à un examen critique appuyé sur un nombre suffisant d'échantillons : c'est ainsi que l'on a souvent décrit sous des noms différents les tours internes et les dernières loges, dont l'ornementation est souvent plus irrégulière. Nous avons essayé de procéder à cet examen en ce qui concerne le petit groupe des *Acanthodiscus radiatus*, pour lequel nous disposons de matériaux suffisants<sup>1</sup>. Il serait fort utile d'étudier dans le même esprit l'ensemble des *Hoplites*.

Au total, nous avons l'impression que les seules subdivisions chronologiques solides sont les étages ou, à la rigueur, les zones classiques.

Les questions qui nous ont paru présenter le plus d'intérêt concernent au contraire la répartition des dépôts dans l'espace et, en particulier, l'étude paléogéographique des étages successifs. Les pages qui vont suivre n'ont nullement la prétention de constituer une description d'ensemble du Néocomien, qui ferait en grande partie double emploi avec les travaux de nos devanciers, mais uniquement d'apporter des observations nouvelles sur quelques points qui avaient été laissés dans l'ombre.

Le premier chapitre concerne les modifications latérales que l'on observe dans les Alpes Maritimes (en prenant ce terme dans un sens très large). Dans le second, nous décrirons un certain nombre d'anomalies de la stratification, fréquentes dans la fosse vocontienne, et nous chercherons à les interpréter.

Dans le troisième chapitre, sans revenir sur le détail des observations relatives à la stratigraphie de l'Urgonien, que nous avons publiées antérieurement, nous chercherons à brosser un tableau d'ensemble de l'extension de ce faciès et de son interprétation.

<sup>1</sup> JEAN GOGUEL. Contribution à l'étude du groupe de *Acanthodiscus radiatus*. *Annales de Paléontologie*, t. XXVIII, 1939-1940, pp. 43-67, pl. VII-IX.

## CHAPITRE PREMIER

### LA VARIATION DES FACIÈS DU NÉOCOMIEN SUR LA RIVE GAUCHE DE LA DURANCE

L'opposition entre la fosse vocontienne (sud de la Drôme) où le Néocomien tout entier est à l'état de calcaires vaseux à Ammonites, et les régions environnantes (Vercors, Ardèche, Vaucluse) où le Barrémien et l'Aptien sont envahis par les formations récifales qui constituent le faciès urgonien, est classique, et on l'interprète comme résultant d'une réduction de profondeur sur le pourtour de la fosse vocontienne. Ce que l'on sait moins, c'est que vers le Sud-Est, les faciès du Néocomien semblent indiquer également une réduction considérable de la profondeur, sans qu'apparaisse (à l'Est de la Durance) la moindre trace de faciès urgonien.

C'est pour tenter de préciser en quoi cette région diffère de celle qu'occupe l'Urgonien que nous allons essayer d'y suivre les variations lithologiques des différents niveaux en décrivant une série de coupes du Néocomien, échelonnées du NW au SE.

Il va de soi que, dans cette étude, nous devons nous intéresser autant aux coupes non fossilifères qu'à celles qui contiennent des fossiles, dont la présence ou l'absence constitue précisément un de ces caractères de faciès qu'il s'agit d'interpréter. Il y a d'ailleurs suffisamment de coupes fossilifères pour que, par continuité, on puisse partout déterminer sans difficulté les limites des étages classiques.

..

Avant de suivre, d'une façon aussi continue que possible, le passage d'une coupe complète, uniformément bathyale, relevée à l'Est de Sisteron (fosse vocontienne), aux faciès littoraux des environs de Nice, nous décrirons la coupe que donne, autour de Gréoulx, le cours inférieur du Verdon.

Sur les calcaires tithoniques, visibles en aval de Gréoulx, sur la rive gauche, on trouve des marno-calcaires gris, bicolores, plus tendres à leur base (carrière du four à chaux), plus durs à leur partie supérieure, qui forment le rocher sur lequel était construit le vieux village. L'épaisseur totale est de 50 m, sans autres fossiles qu'un *Toxaster* indéterminable, mais la comparaison avec



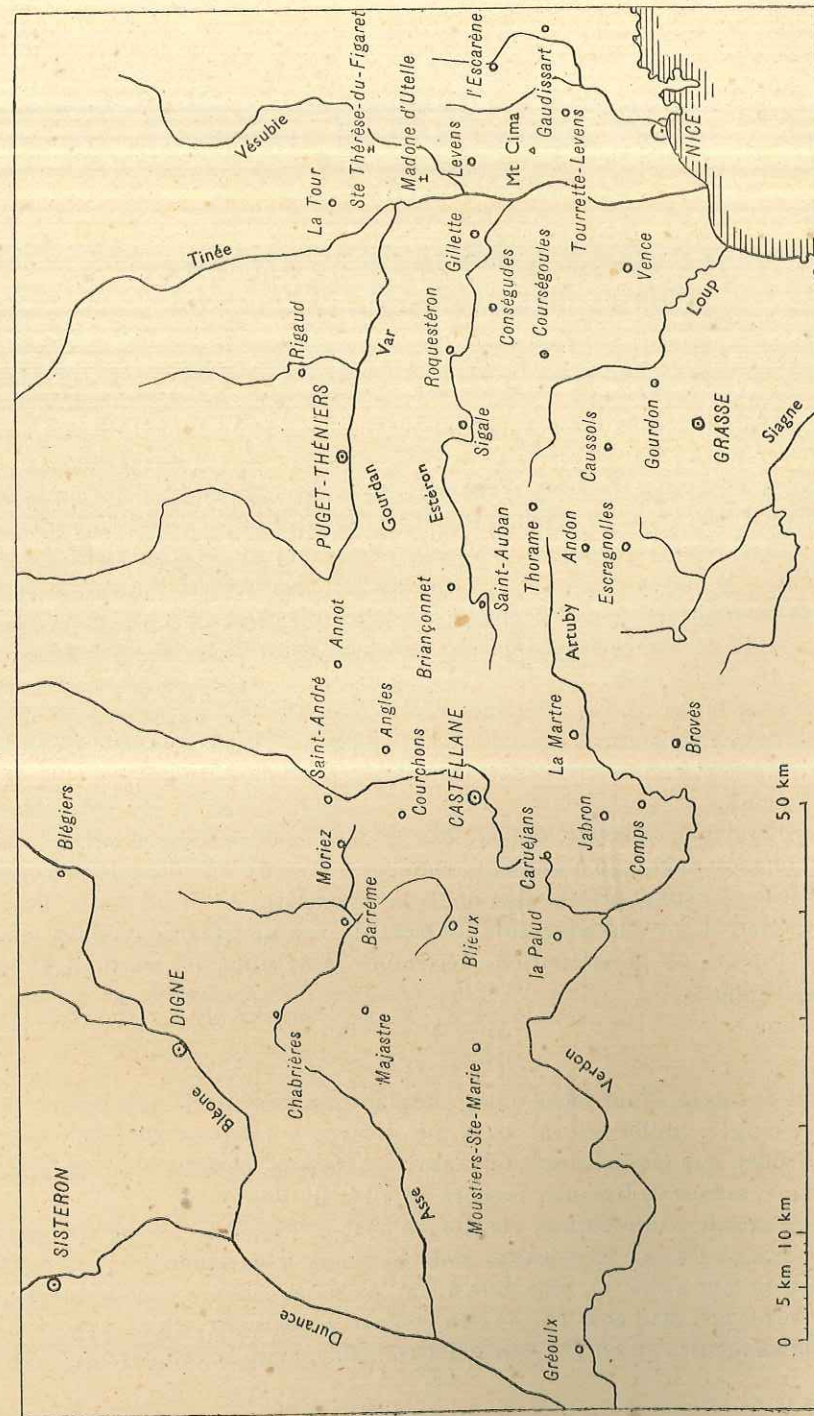


Fig. 1. — Carte des localités citées.

les coupes analogues du Bois de Concors et des Alpilles indique le *Berriasien*<sup>1</sup>.

Sur ce Berriasien reposent des marnes jaunâtres, délitables à l'air et qui se traduisent dans la topographie par la dépression occupée par l'établissement thermal de Gréoulx. Ces marnes, qui peuvent avoir une épaisseur de 100 m environ, contiennent une faune assez abondante de brachiopodes et de lamel-libranches.

Elles sont surmontées par un épais complexe de calcaires gris plus ou moins marneux, très bien lités, dans lesquels le Verdon a creusé les dernières gorges de son cours. A la base, le calcaire est assez marneux pour se déliter en miches sphériques; plus haut, il est en général plus résistant et comporte quelques niveaux assez durs, en particulier un faisceau de gros bancs bicolores à silex, qui donne une barre abrupte au-dessus du Verdon. Tant au-dessus qu'au-dessous de cette barre, on trouve : *Acanthodiscus radiatus* BRUG. très abondant; *Leopoldia Leopoldi* D'O (type et variétés), *Astieria* sp., *Ostrea Couloni*, *Arca securis*

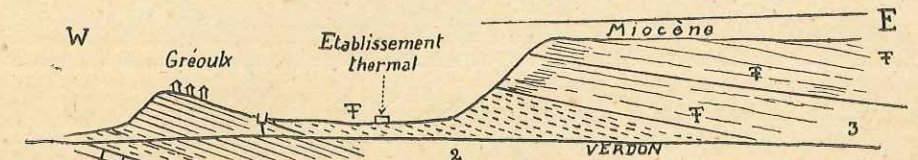


Fig. 2. — Coupe de Gréoulx.

*Toxaster amplus* ou *retusus*, faune qui caractérise l'Hauterivien. L'épaisseur visible pour l'Hauterivien est de 250 m; il est surmonté par les conglomérats miocènes transgressifs, si bien que le Barrémien manque, comme dans toute la région environnante.

Cette coupe ne ressemble à aucune de celles que nous rencontrerons plus à l'Est. L'Hauterivien y présente une épaisseur que l'on n'y trouve que dans les régions bathyales, mais avec une faune qui présente des caractères néritiques (*Toxaster*, céphalopodes néritiques).

Les affinités de la coupe de Gréoulx sont à l'Ouest, où l'Hauterivien du Luberon, des Alpilles, et même du Gard et de l'Ardèche, se présente sous des faciès lithologiques et avec des faunes très comparables. L'extension de ce faciès à *Toxaster* est donc la même que, dans l'étage suivant, celle des faciès urgoniens.

Effectivement, les affleurements barrémiens les plus voisins de Gréoulx (le long de la Durance, à Volx et près de Mirabeau) sont représentés par un calcaire un peu cristallin, qui représente une forme dégénérée de l'Urgonien.

<sup>1</sup> JEAN GOGUEL. Le massif néocomien à l'Est de Salon (B.-d.-R.). A. F. A. S., Marseille, 1926, p. 249.



La coupe de Gréoulx représente donc le dernier témoin vers l'Est des faciès associés à l'Urgonien, auxquels s'opposent ceux que nous allons étudier maintenant.

Un bon exemple de faciès profond du Néocomien peut s'observer, au Nord de la région dont nous allons nous occuper, dans la vallée de la Bléone, près de Blégiers. Le Néocomien, épais d'environ 400 m, est représenté par un ensemble assez peu différencié de calcaires marneux noirâtres; un faisceau plus calcaire, situé à la partie supérieure, paraît représenter le Barrémien, et passe d'une façon continue, avec des récurrences de faciès, aux marnes noires aptiennes.

Voici la coupe détaillée que nous avons relevée :

- 0 calcaires durs, à patine claire et à cassure grise du Tithonique.
- 1 bancs gris, luisants, schisteux et se divisant en plaquettes régulières, ou calcaires et arrondis, criblés de rognons pyriteux.

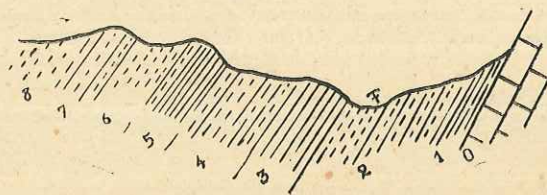


Fig. 3. — Vallée de la Bléone, près Blégiers.

- 2 calcaires marneux noirâtres, en bancs plus ou moins irréguliers, séparés par des parties schisteuses plus ou moins épaisses, surtout développées à la partie supérieure où elles contiennent des ammonites pyriteuses, parmi lesquelles *Neocomites neocomiensis* (Valanginien).
- 3 ensemble plus compact de calcaire, avec des bancs atteignant 1 m d'épaisseur.
- 4 partie plus tendre, et marneuse.
- 5 bancs calcaires très épais, jointifs, d'un calcaire compact, gris-noir. Quelques dé lits schisteux apparaissent entre les bancs à la partie supérieure.
- 6 les parties schisteuses, noires, prennent une importance croissante et les bancs se réduisent rapidement à quelques cordons calcaires.
- 7 une récurrence plus calcaire comporte des bancs à patine claire.
- 8 on passe progressivement aux marnes noires franchement délitables de l'Aptien.

Bien que cette coupe soit beaucoup plus monotone et plus marneuse dans l'ensemble que celles que nous rencontrerons plus au Sud, on peut y distinguer un certain nombre d'ensembles lithologiques qui se suivent sur de grandes distances : au-dessus du Berriasien, ici non caractérisé, le Valanginien à Ammo-

nites pyriteuses est particulièrement marneux. Il est surmonté par un ensemble plus calcaire, hauterivien.

La zone plus marneuse qui suit semble correspondre au Barrémien inférieur; le Barrémien supérieur calcaire, en bancs épais, carrés, séparés par des dé lits schisteux plus importants, représente un type lithologique très constant. Le passage progressif aux marnes aptiennes, qui comprend nécessairement le Bédoulien, ici non caractérisé, est au contraire propre à la coupe étudiée.

Si, de Blégiers, on suivait le Néocomien vers le Nord, par Seynes, jusqu'à l'écaille de Saint-Vincent, à l'entrée de la vallée de l'Ubaye, on verrait son faciès se modifier progressivement et prendre le type « ultradauphinois » défini par Gignoux et Moret, et caractérisé par une diminution d'épaisseur surtout sensible pour le Tithonique et le Crétacé moyen. Le Néocomien devient en partie schisteux, la schistosité étant oblique par rapport à la stratification; le Barrémien supérieur se réduit sensiblement.

\* \*

Au Sud de Blégiers, l'épaisseur augmente encore, jusqu'à la localité type de Barrême, où l'ensemble du Néocomien atteint 700 à 800 m. En même temps, la teinte des calcaires s'éclaircit beaucoup. Toutes les croupes au Nord et au Sud

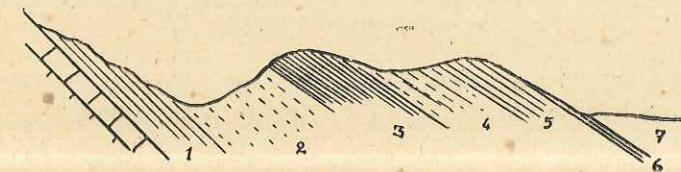


Fig. 4. — Région de Barrême.

de Barrême permettent de reconnaître les ensembles lithologiques signalés ci-dessus (fig. 4), plus nettement différenciés que dans la coupe de Blégiers. Chacun de ces ensembles, très épais, est de faciès très constant, les bancs rubanés se succédant avec une régularité impressionnante. S'il y a encore passage progressif des calcaires barrémiens aux marnes aptiennes, ce passage est devenu beaucoup plus rapide et se fait en quelques mètres.

L'Aptien inférieur représenté par ces couches de transition, ne mesure, d'après Kilian<sup>1</sup>, que 1 à 3 m.

Il semble que les récoltes anciennes des fossiles communiquées à d'Orbigny et qui lui ont fait prendre comme type la localité de Barrême, en aient définitivement appauvri les environs immédiats. Il est plus intéressant d'aller, un peu plus à l'Est, étudier les environs de Saint-André-des-Alpes, où l'abondance des fossiles dans les différents niveaux nous permettra de définir avec précision leur position stratigraphique.

La figure ci-contre montre la coupe que l'on peut relever sur la petite route

<sup>1</sup> Note stratigraphique sur les environs de Sisteron. *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 755



d'Angles, par exemple, où l'épaisseur totale du Néocomien atteint 500 m. Cette coupe a été donnée en détail par Kilian<sup>1</sup>.

A la base, sur les gros bancs du Tithonique, à patine claire (0), reposent les bancs gris, un peu moins épais, du Berriasien (1). Ils sont très fossilifères, de l'autre côté du Verdon, au SW du village de Courchons, où la surface des bancs se trouve largement exposée. Nous y avons recueilli : *Ac. Euthymii* PICT (= *Neocosmoceras Rerollei* var. *Lamberti* KIL., dét. Mazenot), *Berriasella Malbosi* PICT., *B. Jabronensis* MAZ., *B. rarefurcatus* PICT., *B. sp. gr. de Pontica*, *Himalayites kasbensis* ou *tellontensis* POMEL, *Phylloceras calypso* D'O., *Lissoceras Grasi* D'O., *Lytoceras* sp.

Par l'intermédiaire de bancs calcaires séparés par des délits schisteux d'épaisseur croissante (2), on passe progressivement aux marnes valanginiennes, jaunâtres et assez délitées, qui ne comprennent que de rares cordons calcaires dans

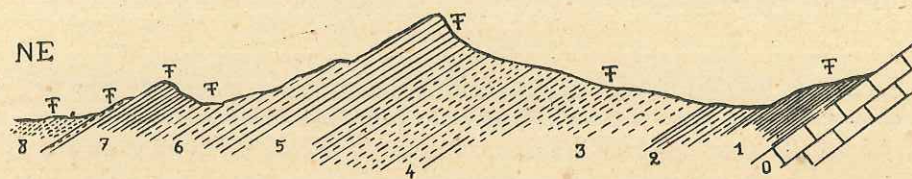


Fig. 5. — Coupe d'Angles.

leur moitié inférieure (3), alors que les bancs calcaires, toujours assez espacés, deviennent plus fréquents vers le haut (4). Ces marnes constituent le gisement classique des ammonites pyriteuses très abondantes; Kilian en cite : *Belemnites (Duvalia) latus* BL., *B. (D) Emerici* D'ORB., *Phylloceras semisulcatus* D'O., *P. Serum* D'O., *Ptychoceras neocomiense* D'O., *Haploceras Grasi* D'O., *Asteria Astieri* D'O., *Saynoceras verrucosum* D'O., *Hoplites pexiptychus* UHL (= *Roubaudi* D'O.), *H. neocomiensis* D'O., *Aptychus Didayi* COQ., *Opis* sp., *Lucina sculpta* D'O., et, vers le sommet, de grands *Hoplites* écrasés.

Il y a une différence assez tranchée entre les cordons calcaires jaunâtres des marnes valanginiennes et les calcaires gris qui les surmontent, bien que les bancs de ces calcaires gris soient, au début surtout, séparés par des délits marneux assez épais. Dès les premiers calcaires gris, on trouve des fossiles hauteriviens. Leur ensemble forme une crête assez élevée (cote 1.260 au S d'Angles). Sur le flanc E de cette crête, ces calcaires gris sont surmontés par des couches plus marneuses, qui contiennent des *Crioceras* (gr. de *Emerici*) assez nombreux et paraissent représenter la base du Barrémien. Ces couches sont surmontées par les calcaires blanchâtres, assez durs, sans délits schisteux, qui nous ont fourni quelques fossiles, en particulier des *Desmoceras* (*D. difficile* D'ORB., au sommet) ainsi que *Phylloceras Velledæ* MICH. et *Lytoceras anisoptychum* UHL.).

<sup>1</sup> Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane (B. A.). *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 888.]

La transition aux marnes aptiennes, à faune gargasienne, est extrêmement rapide, au point que, à peu de distance de là, à l'Ouest de Moriez, nous avons trouvé *Macroscaphites Yvoni*, caractéristique du Barrémien supérieur, dans l'un des tout derniers bancs calcaires, à quelques mètres des marnes aptiennes noires.

Les bancs de transition ont cependant fourni, en quelques points, la faune caractéristique du Bédoulien. Des calcaires marneux, fendillés, qui supportent les marnes aptiennes à Angles, Vélain cite<sup>1</sup> *Ancylloceras Matheroni*; Kilian cite<sup>2</sup> des mêmes bancs : *Hoplites Deshayesi*, *Acanthoceras Martini*, *Ac. Stobiesckii*, *Ac. Amadei*, *Costidiscus recticostatus*, *Desmoceras Matheroni*, *D. cf. Belus*.

Le même auteur a signalé une faune analogue à Séranon et au Logis du Pin. Nous-même en avons découvert un dernier gisement sur le versant nord du Cheiron, à l'Est de Conségudes<sup>3</sup>. Mais dans tous ces cas, il n'est pas possible de faire correspondre un ensemble lithologique déterminé au Bédoulien, dont la faune n'occupe que le ou les derniers bancs d'un ensemble très homogène dont la quasi totalité appartient au Barrémien.

Mais revenons aux environs de Saint-André. Les marnes bleu-noir aptiennes, très homogènes, contiennent à dix ou vingt mètres de leur base, en des points isolés, des gisements d'ammonites pyriteuses qui fournissent la faune classique du Gargasien, du type oriental (Kilian), c'est-à-dire constituée essentiellement par des ammonites lisses (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Desmoceras*, etc...) sans *Hoplites*, ni *Oppelia Nisus*, ni lamellibranches, et presque sans gastéropodes. Nous avons montré<sup>4</sup>, à propos des gisements de type occidental beaucoup plus littoraux, que les formes bathyales caractéristiques du type oriental s'y retrouvaient, mais dispersées au milieu de formes néritiques très abondantes. Les deux types représentent donc bien, comme l'avait admis Kilian, deux faciès latéraux d'un même niveau.

Des deux principaux gisements de Hyège, près Moriez, et Blieux, nous avons recueilli la faune suivante, dont la liste confirme celle donnée par P. Fallot<sup>5</sup> : *Phylloceras moriezense* SAYN (H), *P. Guettardi* RASP (B, H), *P. Guettardi* var. *Opegana* SAYN (B), *P. Rouyana* D'ORB. (B, H), *P. Goreti* KIL (H), *P. cf. Kiliani* SAYN (H), *Lytoceras strangulatus* D'ORB. (H), *L. obliquestrangulatus* KIL (B), *L. Jauberti* D'ORB. (H), *L. Depereti* KIL (H, B); *Gaudryceras numidum* COQ. v. *intermedia* FALL. (H, B) et v. *vocontiana* SAYN (B), *Tetragonites Duvali* D'ORB. (H), *T. depressus* RASP (H), *Macroscaphites striatissulcatus* D'ORB. (B),

<sup>1</sup> *B. S. G. F.*, 2, XXIX, 1872, p. 705.

<sup>2</sup> Note stratigraphique sur les environs de Sisteron, p. 755 et Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane, p. 890. *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895.

<sup>3</sup> JEAN GOGUEL. Le Crétacé du versant nord du Cheiron (Alpes-Maritimes). *C. R. S. G. F.*, n° 40, 19 mai 1943, p. 407.

<sup>4</sup> JEAN GOGUEL. Révision de la feuille de Forcalquier. *C. R. Coll. pour 1931. Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 187, t. XXXVI, 1932, p. 114.

<sup>5</sup> Observations sur diverses espèces du Gargasien bathyal alpin et en particulier sur la faune de Blieux. Contribution à l'étude des Céphalopodes paléocrétacés du S. E. de la France, p. 229. *Mém. Carte*, 1920.



*Ptychoceras læve* MATH (H), *Puzosia Melchioris* TIETZE (B, H), *P. melchioris* v. *alpina* KIL (H), *P. Emerici* RASP. (H), *P. Emerici* v. *strigosa* FALL (B), *P. Liptoviensis* ZEUCH (B), *Acanthoceras Martini* D'ORB., var. *orientalis* KIL (H) et var. *occidentalis* KIL (H).

\*\*\*

A peu de distance au Sud de Saint-André, dans le ravin du Cheiron, au Nord de Castellane, un gisement fossilifère célèbre comporte en réalité deux niveaux, distants d'une dizaine de mètres. Le niveau inférieur, qui appartient au sommet de l'Hauterivien, contient de nombreux criocères, en particulier *Crioceras Duvali* et *Cr. angulicostatus*. Le niveau supérieur, que l'on peut rapporter à la base du Barrémien, comporte : *Phylloceras infundibulum*, *Desmoceras ligatus*, *Lytoceras* sp. et de très gros criocères du groupe de *Cr. Emerici*.

Les faunes des différents gisements que nous venons de citer présentent un certain nombre de traits communs, qui indiquent un caractère nettement

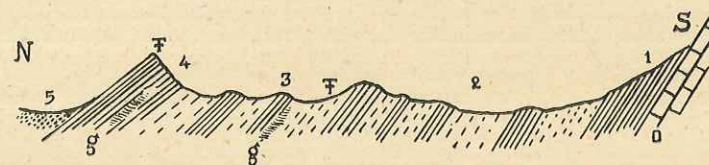


Fig. 6. — Dôme de Chabrières.

bathyal : absence de lamellibranches, et, parmi les céphalopodes, fréquence des ammonites lisses, *Phylloceras* et *Lytoceras*, et rareté des *Hoplites*, *Astieria*, etc.

Ce caractère est bien marqué dès le Valanginien, où les *Phylloceras* sont nombreux, et persiste dans l'Hauterivien, et dans le Barrémien ; le Gargasien lui-même présente son « type oriental » ; les gisements que nous allons étudier maintenant présentent des caractères opposés.

Kilian avait attiré l'attention sur la première apparition de certains caractères fréquents plus au Sud à Chabrières. En aval de cette localité, l'Asse donne une bonne coupe, facilement accessible, de la série néocomienne, qui est masquée plus au Nord par le chevauchement du Cousson. Cette coupe a été étudiée par Vélain, par Haug, puis par Kilian<sup>1</sup>. L'épaisseur totale est de 400 m. Sur les gros bancs d'un calcaire tithonique particulièrement dur et massif et qui annonce déjà le passage aux calcaires blancs que l'on trouve plus au Sud

<sup>1</sup> VÉLAIN. L'Oxfordien et le Néocomien dans le Midi de la France. *B. S. G. F.*, 2, XXIX, 1872, p. 132.

Compte rendu des courses des 10, 11 et 12 septembre (Réunion extraordinaire de la Société Géologique à Digne). *B. S. G. F.*, 3, XXIX, 1872, p. 672.

E. HAUG. Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. *Thèse et Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 21, t. III, 1891, p. 102-117.

KILIAN. Sur divers gisements des environs de Castellane. *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 897.

reposent (1) les calcaires gris du Berriasien, dans lesquels Vélain a cité : *Ammonites occitanicus*, *A. Calisto*, *A. Honnoratianus*, *A. Calypso*, *A. Malbosi*, et où nous avons trouvé : *Pecten Eutymii*.

Sur le Berriasien repose un grand ensemble de marnes assez calcaires, dans lesquelles s'intercalent plusieurs faisceaux de bancs de calcaires marneux, épais individuellement de 0,30 m et qui donnent de légères saillies. Dans cet ensemble, il n'y a pas de différence lithologique tranchée entre l'Hauterivien et le Valanginien, qui est cependant plus marneux dans l'ensemble.

Le Valanginien nous a fourni quelques moules de lamellibranches et des *Toxaster granosus*.

L'Hauterivien comporte quelques lentilles glauconieuses, dont la principale, signalée par Collot, est longue d'une centaine de mètres, et épaisse de quelques décimètres au maximum, et formée de marno-calcaire gris avec grains de glauconie assez abondants. Cette lentille nous a fourni *Astieria Astierianus* D'ORB. Kilian en cite : *Acanthodiscus radiatus*, *Leopoldia Leopoldinus*, etc...

Dans les couches voisines, nous avons trouvé : *Neocomites neocomiensiformis*, *Crioceras Duvali*.

Vers le haut, les bancs calcaires deviennent beaucoup plus durs, de teinte plus claire, et cessent de s'arrondir sous l'action des intempéries. Les délits marneux qui les séparent diminuent progressivement d'épaisseur. C'est le faciès caractéristique du Barrémien (4).

Cet ensemble de calcaires blancs se termine par une surface corrodée, légèrement encroûtée de dépôts ferrugineux, sur laquelle reposent les marnes noires de l'Aptien ; ces marnes ne contiennent ici que quelques tronçons de bélemnites indéterminables, mais partout où elles contiennent des Ammonites, celles-ci caractérisent l'Aptien supérieur ou Gargasien. Il y a donc une lacune entre le Barrémien et l'Aptien. Bien plus, dans le Barrémien, à un mètre seulement de la surface corrodée, on trouve une faune abondante d'*Holcodiscus*, identiques à ceux de la Montagne de Lure, où ils caractérisent le Barrémien inférieur. Kilian cite dans ce gisement : *Lytoceras anisoptychum* UHL, *Phylloceras infundibulum* D'O., *P. ladinum* UHL, *Silesites Trajani* TIETZE, *Desmoceras cassida* RASP, *D. cf. Melchioris* TIETZE, *D. difficile* D'O., *Holcodiscus fallax* MATH., *H. Perezi* D'O., *H. van den Hecke* D'O., *H. zigzag* KARAKASCH, *H. Caillaudi* D'O., *Pulchellia compressissima* D'O., *Ancyloceras Tabarelli* ASTIER, *Crioceras Emerici* D'O.

Kilian signale en outre, au-dessus des marno-calcaires, des couches glauconieuses à *Desmoceras Charrieri* qui représenteraient le Barrémien supérieur, mais ces couches manquent complètement en d'autres points : Comme toujours, les couches glauconieuses, discontinues, remplacent une beaucoup plus grande épaisseur de marno-calcaires. Quant à la base de l'Aptien, elle manque complètement à Chabrières.

Signalons encore une très petite lentille glauconieuse, épaisse de quelques centimètres, que nous avons découverte dans le Barrémien, mais qui ne contient que des bélemnites impossibles à dégager.



Dans le synclinal de Majastres, un peu plus à l'Est, on pourrait suivre du Nord au Sud l'apparition de la lacune Barrémo-Aptienne, et son accentuation vers le Sud, où les marnes noires s'amincissent beaucoup et disparaissent finalement, laissant en contact le Barrémien et le Cénomaniens gréseux, ou parfois l'Albien glauconieux. Pour abrégé, nous allons passer immédiatement, au type le plus caractéristique auquel aboutit cette évolution, et décrire le faciès des environs de la Palud de Moustiers, sur la rive droite du Verdon. Cette région a été rendue célèbre par les travaux de Kilian et Reboul qui y ont recueilli une faune hauterivienne extrêmement riche.

Kilian est revenu à plusieurs reprises sur la région de la Palud; en 1895<sup>1</sup>, il donne une coupe sommaire, avec des listes par étage; il considère la partie supérieure des calcaires blancs comme représentant le Berriasien, mais ne remarque pas le niveau à *Alectryonia*. Dans son mémoire de 1915<sup>2</sup> et dans la note qui l'avait précédé<sup>3</sup>, il a donné de longues listes de fossiles, principale-

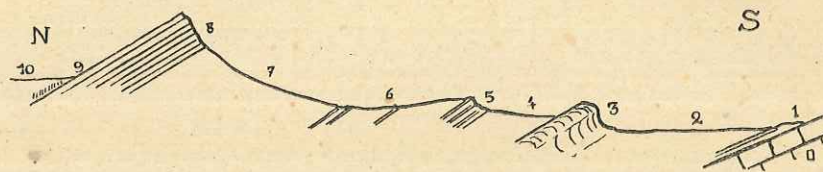


Fig. 7. — La palud de Moustiers.

ment hauteriviens, de cette localité, mais sans aucune indication d'ordre stratigraphique.

Cette coupe peut s'étudier sur le versant sud du demi-synclinal de la Palud, où le Néocomien est complet, avec une épaisseur qui varie de quelques dizaines de mètres à l'W (50 m pour fixer les idées), à 250 m à l'E, sous le village de Rougon. La coupe ci-contre a été relevée à la Palud, dans la région occidentale peu épaisse, mais les caractères lithologiques restent les mêmes.

Un peu plus au Nord, le synclinal de la Bégude ne montre que la partie inférieure du Néocomien, avec une épaisseur relativement considérable. C'est là qu'on trouve les plus riches gisements fossilifères. Le même synclinal se prolonge jusqu'à Vénasclé (au-dessus de Moustiers-Sainte-Marie), localité dont la coupe a été décrite en grand détail par Kilian et Lennhardt<sup>4</sup>. La principale différence avec la coupe de la Palud est la présence du Berriasien normal, à *Pecten Euthymii*.

<sup>1</sup> Sur divers gisements fossilifères de la région de Castellane (B. A.). *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 893.

<sup>2</sup> KILIAN et REBOUL. Contribution à l'étude des faunes paléocrétacées du S. E. II. Sur quelques ammonites de l'Hauterivien de la Bégude. *Mém. Carte*, 1915.

<sup>3</sup> KILIAN et REBOUL. Quelques *Holcodiscus* nouveaux de l'Hauterivien de la Bégude (B.-A.). *A. F. A. S.*, XLI, Nîmes, 1912.

<sup>4</sup> KILIAN et LEENHARDT. Sur le Néocomien des environs de Moustiers Sainte-Marie (B.-A.). *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 970-981.

A la Palud, le Jurassique (1) est représenté par des calcaires blancs, très massifs, que le Verdon entame dans son grand canon sur une épaisseur considérable, et qui passent par place à une dolomie qui atteint effectivement sa composition minéralogique théorique.

Sur ce calcaire blanc et en contraste complet avec lui, on ne trouve qu'un à deux mètres de calcaires gris en plaquettes (1). Comme le Valanginien débute immédiatement au-dessus, il y a tout lieu de penser que le Berriasien est confondu avec le Jurassique dans le faciès « calcaire blanc »; nous verrons que ce fait est assez général. Rappelons encore que Gignoux et Moret ont montré qu'un faciès d'eau douce, équivalent au Purbeckien du Jura, s'intercalait un peu plus à l'E dans les dernières couches de calcaire blanc<sup>1</sup>.

Le Valanginien est représenté par une marne grise, tendre, devenant plus dure à sa partie supérieure qui forme corniche (3). Il contient une faune de lamelli-branches : *Panopæa neocomiensis* AG., *Trigonia caudata* AG. et *Toxaster granosus*, particulièrement abondante à Vénasclé, un peu plus au Nord.

Kilian et Leenhardt citent, de Vénasclé : *Pholadomya elongata* MUNST., *P. valanginiensis* P. et C., *Panopæa neocomiensis* AG., *Cyprina* sp., *Hamites* sp., *Mytilus* sp., *Trigonia caudata* AG., *Pinna Robinaldina* D'O., *Exogyra Couloni* DEF., *Janira atava* Rœm., *Anatina Astieri* D'O., *Lavignon rhomboidalis* LEYM., *Terebratula prælonga* SOW., *Zeilleria Tamarindus* D'O., *Toxaster granosus* D'O., *Disaster subelongatus* D'O., et, de plus, *Toxaster gibbus* D'O., dont la présence à ce niveau paraît surprenante.

Les couches suivantes (4, 5), sont formées de calcaires marneux bleus, très schisteux, remplis d'huîtres et en particulier d'*Alectryonia carinata* LAM. On trouve ensuite quelques bancs calcaires (6), le premier à huîtres, et les autres à Ammonites et Nautilés : c'est le niveau où *Neocomites neocomiensiformis*, en grands échantillons calcaires, est extrêmement abondant.

Sur ce niveau repose un ensemble relativement épais de marnes schisteuses bleues, contenant quelques oursins. Au voisinage de Trigance, ce niveau contient *Desmoceras Sayni* abondant qui indique le sommet de l'Hauterivien (ou la base du Barrémien, suivant les Ecoles). Ces marnes passent progressivement à un ensemble de gros bancs de calcaires compacts, qui appartiennent au Barrémien, et forment la crête très visible qui divise en deux la vallée de la Palud.

Ces calcaires se terminent par une surface corrodée, encroûtée de glauconie, sur laquelle repose directement le Cénomaniens gréseux à *Ostrea columba*. Au contact, on trouve par place des fossiles albiens abondants, phosphatés ou glauconieux, plus ou moins roulés et brisés. Mais il arrive aussi que les derniers bancs calcaires se remplissent de glauconie, et contiennent une abondante faune barrémienne; il en est ainsi en particulier à un tournant de la route, à 1 km à l'W de Rougon, où nous avons recueilli : *Desmoceras difficile*, *Pulchellia* sp., etc.

<sup>1</sup> Sur l'extension des lagunes purbeckiennes dans le S. E. de la France. *G. R. S. G. F.*, n° 10, 24 mai 1937, p. 116.



Il peut arriver que les deux types de gisements coïncident dans l'espace comme cela se produit au bord de la route de Comps, au Sud de Rougon. On a alors affaire à un gisement « mixte »<sup>1</sup> où l'on trouve ensemble des fossiles albiens et barrémiens, sous le faciès glauconneux. Néanmoins, un examen attentif permet toujours de reconnaître une petite différence de faciès et de gisement — fut-ce de quelques centimètres — entre les fossiles barrémiens et albiens.

Une des particularités les plus remarquables de la coupe de la Palud est l'apparition d'un niveau à huîtres, à la limite du Valanginien et de l'Hauterivien. Il semble bien que ce soit à ce niveau que fasse allusion Kilian<sup>2</sup> et qu'il caractérise par la présence de *Magellania (Aulacothyris) hippopoides* Pict. Mais nous verrons ce niveau se développer vers le SE, où il marque un épisode sub-récifal continu, dans une région à vrai dire très limitée<sup>3</sup>.

Ce niveau sub-récifal n'existe pas dans le synclinal de la Bégude, pourtant fort proche vers le Nord. Le Valanginien y est représenté par un complexe de marnes et calcaires marneux, surmonté par 2 m d'un calcaire gris, marneux, en bancs jointifs, à silex, avec *Astieria* sp. et huîtres, qui représente peut-être un prolongement latéral du niveau sub-récifal, et forme une corniche bien marquée. Les bancs suivants sont relativement très marneux, avec des cordons calcaires plus ou moins espacés. Comme (6) dans la coupe de la Palud, ce niveau est le plus fossilifère et fournit en particulier d'innombrables *Neocomites neocomieniformis* de grande taille.

Le calcaire devient ensuite un peu plus résistant, se divisant en fragments anguleux, et forme des collines qui occupent le milieu du synclinal : C'est le niveau de *Parahoplites cruasensis* Torc, qui caractérise l'Hauterivien supérieur. L'absence de la partie supérieure du Néocomien empêche une parallélisation précise avec les niveaux de la Palud. L'ensemble des couches visibles dépasse 300 m d'épaisseur, soit près de 10 fois plus que dans la coupe de la Palud que nous venons de décrire.

On peut résumer ainsi les caractères nouveaux que nous montre la région de la Palud, par rapport à celle de Barrême-Saint-André :

- Disparition du Berriasien, qui prend le faciès « calcaire blanc ».
- Valanginien à lamellibranches et non plus à Ammonites pyriteuses.
- Niveau sub-récifal au sommet du Valanginien.
- Hauterivien à faune de céphalopodes néritiques et non plus bathyaux.

<sup>1</sup> Cf. E. FALLOT. Note sur un gisement crétacé fossilifère des environs de la gare d'Èze (A.-M.). *B. S. G. F.*, 3, XII, 1883-1884, p. 289-300.

<sup>2</sup> Contributions à l'étude des céphalopodes paléocrétacés du Sud-Est de la France. *Mém. Carte*, 1920, p. 9, par. F.

<sup>3</sup> Signalons toutefois que, contrairement à ce qu'indique KILIAN, ce niveau n'a pas été retrouvé à Meyrargues.

Importance des niveaux marneux dans l'Hauterivien et le Barrémien.

Disparition complète de l'Aptien ; réduction glauconneuse de l'Albien et d'une partie du Barrémien. Les intercalations glauconneuses n'ont d'ailleurs plus rien d'exceptionnel, sans être très développées.

Grandes variations d'épaisseur avec amincissement en direction du SW. Il n'y a donc pas transition vers le faciès de Gréoulx, beaucoup plus épais, qui n'est éloigné que de 25 km. Dans l'intervalle, quelques lambeaux de marnes jaunes peu épaisses, paraissant représenter le Valanginien, reposent directement sur les calcaires blancs.

Plus à l'Est, on constate également un amincissement très rapide du Nord au Sud. A Comps, par exemple, c'est-à-dire sensiblement au Sud de Castellane, le Néocomien se réduit à une vingtaine de mètres de marnes, reposant directement sur les calcaires blancs jurassiques, et au milieu desquels ne font saillie que deux niveaux calcaires : quelques gros bancs (moins d'une dizaine) de calcaire blanc, résistant, du Barrémien, au sommet (4) et, à mi-hauteur, le banc sub-récifal, à *Alectryonia*, à *Trigonia*, avec, près de Comps, des accumulations de serpules assez curieuses (2). Sous ce niveau, les marnes contiennent des lamellibranches : *Ostrea Couloni*, *Corbis corrugata* ; *Terebratula rudis* et quelques oursins et paraissent appartenir au Valanginien. Immédiatement au-dessus on trouve des ammonites hauteriviennes : *Neocomites neocomieniformis*, mais la partie supérieure des marnes, à rares cordons calcaires, qui surmontent ce niveau, doit déjà appartenir au Barrémien. Nous y avons trouvé en effet, dans une lentille glauconneuse : *Crioceras (Paracrioceras) Van den Heeki* ASTIER (= *Cr. barremense* KIL.), A Carejuan (NW de Comps) *Parahoplites cruasensis* Torc. se trouve à mi-hauteur entre le banc sub-récifal et le sommet du Néocomien, dans un cordon calcaire. Il est surmonté par *Desmoceras Sayni*, ce qui suggère que la limite pourrait se placer vers le tiers supérieur des marnes.

Le banc sub-récifal passe vers le Sud, à Chardan, à un calcaire jaune, cristallin, assez dur, mais épais de 2 à 3 m seulement. A La Martre, au NE de Comps, il est représenté par un gros banc de un mètre de calcaire compact, cristallin, avec silex ou fossiles siliceux (*Alectryonia*, serpules). Au Sud de Châteauneuf, ce niveau contient une série de gros lamellibranches signalés par Guébbard<sup>4</sup>.

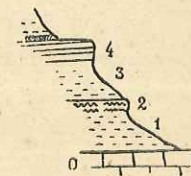


Fig. 8. — Comps.

Cet épisode sub-récifal est d'étendue très limitée, puisqu'il ne dépasse pas La Palud à l'W, Caréjuan au N, La Martre au NE, Brovès à l'E, soit une longueur maximum de 25 km. Son épaisseur reste très faible (2 m au maximum) et on

<sup>4</sup> J. TOMITCH. Contribution à la connaissance du Crétacé inférieur des Préalpes maritimes. *Notes Provençales* du docteur GUÉBBARD, n° 15, 1921.



n'y trouve pas d'organisme constructeur caractéristique, comme le seraient des Polypiers : Seuls, *Alectryonia carinata*, des serpules, *Trigonia caudata* le caractérisent.

L'Hauterivien débutant immédiatement au-dessus, ce niveau paraît appartenir au Valanginien supérieur. Ce serait un rappel très atténué des calcaires récifaux si développés à ce niveau dans le Gard et l'Hérault (calcaires miroitants), dans le Vercors et la Chartreuse (calcaire du Fontanil), dans les environs de Marseille (calcaires blancs) et, nous le verrons tout à l'heure, autour de Grasse et de Nice, sous ce même faciès de calcaires blancs.

Nous venons d'étudier une série de coupes échelonnées du Nord au Sud, de l'une à l'autre desquelles on constate une réduction d'épaisseur du Néocomien et en même temps, une diminution de la profondeur à laquelle il a pris naissance.

En nous dirigeant maintenant vers l'Est, nous allons rencontrer un Néocomien encore plus réduit.

Cette réduction porte en particulier sur la base du système. Kilian a montré qu'à Andon (et il en est de même plus à l'Est), le faciès des calcaires blancs englobe non seulement le Portlandien et le Berriasien, mais également le Valanginien, comme l'indique la présence de *Natica leviathan*<sup>1</sup>.

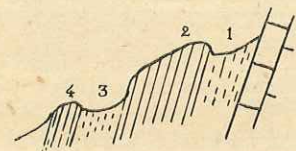


Fig. 9. — Vallon du Fil (Nord de Mons, A.-M.).

Voici quelques exemples de coupes de l'ensemble de calcaires et de marnes qui reposent sur ces calcaires blancs. Dans le vallon du Fil, l'épaisseur de ces marnes ne dépasse pas 15 à 20 m. Elles comportent (1), au contact des calcaires blancs, des marnes à cordons calcaires, puis (2), des calcaires marneux, en bancs arrondis, à nombreux fossiles mal conservés, hauteriviens ; de nouveau, des marnes (3), puis un calcaire à pâte blanche, dur, très glauconieux, pétri de *Desmoceras* (4) sur lequel repose directement le Cénomaniens gréseux ; l'Albien à fossiles glauconieux n'existe que par place dans le contact.

La coupe d'Escragnolles (localité célèbre entre toutes par ses fossiles hauteriviens et albiens) est très analogue comme composition et comme épaisseur. Mais l'Albien, au lieu de n'être représenté que par quelques fossiles roulés, forme plusieurs bancs de calcaire glauconieux. D'une façon générale, nous verrons l'Albien augmenter d'épaisseur vers l'Est. Cette coupe a été analysée en détail par Kilian et Zürcher<sup>2</sup> qui distinguent : sur les calcaires blancs à *Natica*

<sup>1</sup> KILIAN. Note stratigraphique sur les environs de Sisteron. *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 703.

<sup>2</sup> KILIAN et ZÜRCHER. Notice sur la région d'Escragnolles. *B. S. G. F.*, 3, XXIII, 1895, p. 962.

*leviathan*, des marno-calcaires, dont la base à *Toxaster granosus* paraît représenter le sommet du Valanginien, mais qui appartiennent principalement à l'Hauterivien avec *Belemnites pistilliformis* D'O., *B. dilatatus* DUVAL-JOUE, *Asteria Astieri* D'O., *A. Jeannoti* D'O., *Leopoldia Leopoldi* D'O., *L. heliacus* D'O., *Saynella clypeiformis* D'O., *Oostellera cultrata* D'O., etc... et *Toxaster retusus* puis des calcaires marneux à *Crioceras Duvali* (Hauterivien supérieur) et une alternance des bancs calcaires et glauconieux appartenant au Barrémien, assez fossilifère, mais très peu épais.

Une bonne coupe s'observe le long de la route de Saint-Vallier à Thorenc, au Sud du Col de la Sine (fig. 10). Sur les calcaires blancs jurassiques (0), reposent des marnes (1), avec un cordon calcaire (1 b) et d'autres plus serrés à la partie supérieure (2). Des calcaires marneux bleu-tés (3) font une transition à deux gros bancs de calcaire blanc (4), surmontés eux-mêmes de petits bancs glauconieux (5) à fossiles barrémiens. Sur ces bancs repose directement le Cénomaniens gréseux. L'épaisseur totale du Néocomien est de 15 m.

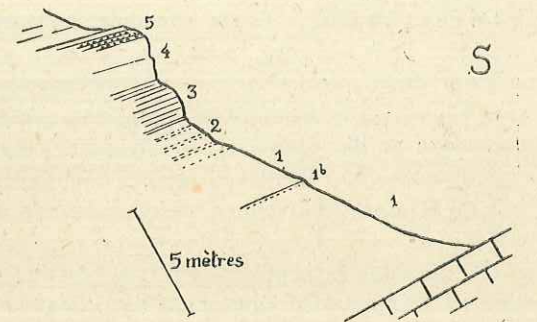


Fig. 10. — Col de la Sine.

Plus à l'Est, d'autres coupes sont encore plus réduites : à Caussols, le Barrémien dur détermine une petite crête, entre le grand plan incliné de calcaire blanc et la plaine cénomaniens. Avec les marnes à *Toxaster amplius* sur lesquels repose ce calcaire, le Néocomien n'atteint que 8 m.

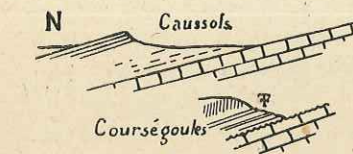


Fig. 11. — Caussols et Courségoules

A Courségoules, il n'y a plus que deux ou trois bancs de calcaire au milieu de marnes, sur 3 ou 4 m d'épaisseur, entre la surface corrodée qui limite le calcaire blanc jurassique et le sommet du Néocomien, formé par un calcaire glauconieux à *Desmoceras* sp., ammonite indéterminable, *Toxaster* sp. *Belemnites* sp. Une couche de glauconie représente, immédiatement au-dessus, l'Albien.

Remarquons au passage que ces réductions d'épaisseur s'observent simultanément, et d'une façon absolument parallèle dans les différentes échelles en lesquelles de grands contacts anormaux EW divisent la région au N de Grasse. A défaut des arguments géométriques que nous avons développés ailleurs, ceci suffirait à montrer l'in vraisemblance des théories nappistes ; les lignes isopiques sont obliques sur les lignes tectoniques.

Plus loin vers l'Est, cette réduction d'épaisseur va encore plus loin et l'on constate, au moins par place, la disparition complète du Néocomien.



A Gourdon, l'Albien glauconieux très fossilifère repose par place directement sur les calcaires blancs. Ailleurs, on trouve <sup>1</sup>, sur des marnes bleutées hauteriviennes à *Crioceras* cf. *Duvali*, *Eudesia semistriata*, *E. Marcousana*, *Terebratula acuta*, *Diadema rotulare*, *Toxaster retusus*, *T. Ricordeani*, une couche glauconieuse barrémienne à *Belemnites minaret*, *Desmoceras* gr. de *Charrieri*, *Holcodiscus Perezi*, *H. Caillaudi*, *H. Gastaldi*, *Parahoplites* gr. de *Feraudi*, *Crioceras* gr. de *Emerici*, *Alectryonia rectangularis*, *Rhynchonella Renauxiana*, *Rh. Kiliani*, *Plegiocidaris gourdonensis*.

Un peu plus loin, à Vence, Guebhard a signalé, entre le Cénomaniens grésomarneux, et le calcaire blanc, un lambeau glauconieux très localisé à : *Bel. minaret*, *Desmoceras Charrieri*, *Holcodiscus Perezi*, *H. Gastaldi*, *Toxaster retusus*, *Rhynchonella Renauxi*, *Rh. Kiliani*, *Terebratula Russilensis*, qui appartient donc au Barrémien.

Comme l'a fait remarquer Jacob, l'abondance des brachiopodes, en général très rares dans le Barrémien, donne à cette faune un cachet néritique très particulier.

Partant de la série profonde et continue de Blégier ou de Barrême, nous avons d'abord vu apparaître une lacune dans l'Aptien. Le Jurassique supérieur, puis successivement le Berriasien et le Valanginien, ont pris le faciès des calcaires blancs. Le reste du Néocomien, dans lequel la glauconie est maintenant fréquente, devient de moins en moins épais; une seconde lacune apparaît à sa base, et il se réduit enfin à quelques poches de fossiles glauconieux, mode de réduction qui suggère plutôt un arrêt de sédimentation qu'une émergence. Il n'est point douteux que cette réduction ne représente un faciès néritique, qui correspond plus à l'Ouest aux épaisses séries de marno-calcaires hauteriviens à *Toxaster* et aux calcaires blancs de l'Urgonien.

\*\*\*

Il nous reste, avant d'essayer d'interpréter ces observations, à indiquer rapidement comment se fait le passage de faciès à l'Est et au Nord de la ligne que nous venons de suivre.

L'équivalent des faciès profonds, épais et monotones, de Blégiers et Saint-André-des-Alpes, se retrouve plus à l'Est, sur le pourtour du dôme de Barrot, comme le montre la coupe de Rigaud (sur le Cians). Sur le calcaire tithonique gris en gros bancs (0), reposent sans transition des calcaires noirs, avec des parties irrégulièrement schisteuses (1), qui passent à des calcaires en bancs minces, un peu plus durs (2). Puis on trouve des marnes (3) à cordons calcaires parfois très espacés; après ce niveau, qui représente le Valanginien, l'élément calcaire prend plus d'importance, d'abord sous forme de bancs noirâtres minces, séparés par des délités marneux épais (4), puis les bancs calcaires

<sup>1</sup> A. GUEBHARD et CH. JACOB. Note sur deux gisements à Brachiopodes dans le Barrémien des Alpes-Maritimes. *Annales de la Société des Lettres, Sciences et Arts des Alpes-Maritimes*, t. XX, 1906.

deviennent plus clairs et plus épais (5) et les délités schisteux finissent par disparaître complètement (6). Sur ces assises, qui représentent le Barrémien, les marnes aptiennes reposent presque sans transition. Elles supportent un niveau de grès glauconieux très dur, particulier à cette région et qui doit représenter l'Albien. L'épaisseur totale du Néocomien approche de 500 m. On retrouverait une coupe analogue sur la rive droite du Var, en aval de Puget-Théniers, jusqu'au confluent de la Tinée (versant nord du Mont Vial).

Plus au Sud, dans la vallée de l'Estéron, l'ensemble devient plus marneux, quelques niveaux plus calcaires seulement restant en saillie, mais le Néocomien reste très épais (400 m) dans la région de Briançonnet, Gars, Sallagriffons. Cet ensemble est très monotone, très peu fossilifère et presque impossible à subdiviser.

Il est très curieux de remarquer qu'entre cette région et la vallée du Var, l'anticlinal du Gourdon montre sur son flanc sud un Néocomien très peu épais (10 à 20 m), très analogue à celui de Caussols, avec des calcaires blancs, vraisemblablement barrémiens, reposant sur des marno-calcaires et des marnes hauteriviens qui nous ont fourni : *Oosterella cultrata* d'ORB.

Cette réapparition très locale d'un faciès plus méridional semble indiquer une sorte d'anticlinal de fond, tout à fait distinct de l'anticlinal de couverture plus récent (post-nummulitique) mais qui a pu lui servir d'amorce.

Pour en revenir à la vallée de l'Estéron, on constaterait en se dirigeant vers le Sud l'amincissement progressif, l'apparition de la glauconie, la disparition de l'Aptien et de la base

du Néocomien à peu près comme nous l'avons fait plus à l'Ouest, mais le banc à Huîtres du Valanginien supérieur n'est pas représenté ici. Le faciès du Thorrenc serait, à cette restriction près, assez comparable à celui de la Palud. Mais la région est découpée en crêtes EW et on ne pourrait que constater, de l'une à l'autre, les modifications du faciès. Il est plus instructif de suivre les affleurements vers l'E, le changement de faciès se faisant également dans cette direction (les lignes isopiques sont SW-NE), comme nous l'avons déjà constaté plus haut.

Dans la basse vallée de l'Estéron, par exemple, on trouve à Sigale un Néocomien encore épais (200 m), moins cependant qu'à Gars ou Briançonnet, et assez

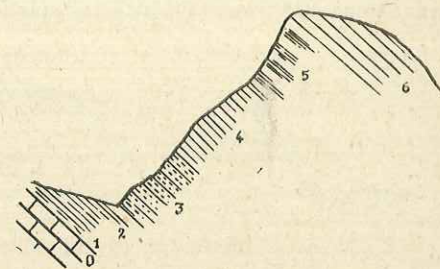


Fig. 12. — Rigaud, vallée du Cians (A.-M.).

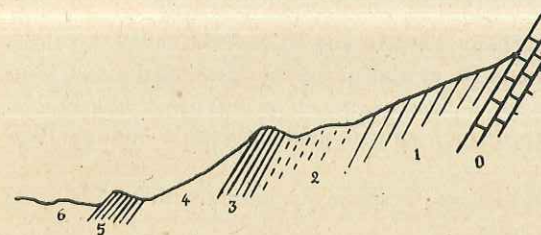


Fig. 13. — Sigale d'Estéron.



marneux. Sur le calcaire jurassique (0) repose une masse encore épaisse et monotone de calcaires marneux bicolores (1), surmontés de marnes à cordons calcaires (2). Un faisceau plus dur de bancs de calcaires marneux (3) reste en saillie et contient des fossiles de l'Hauterivien inférieur : *Astieria* sp., *Neocomites neocomiensiformis* et *Leopoldia* sp. en gros échantillons calcaires, parfois glauconieux. On trouve ensuite des marnes (4) et les bancs de calcaires blancs, jointifs du Barrémien (5), surmonté par les marnes aptiennes noires et le Cénomani.

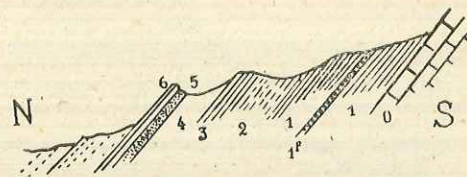


Fig. 14. — Conségudes (A.-M.).

Sur l'autre bord du synclinal de l'Estéron, sur le flanc nord du Cheiron, on peut suivre le Néocomien sans aucune interruption, et le voir s'amincir considérablement. La coupe suivante s'observe à l'Ouest de Conségudes, où le Néocomien est, au total, épais de 100 m.

Sur la surface supérieure, noduleuse, du calcaire blanc, le Néocomien débute sans transition, par des marnes calcaires, schisteuses, qui passent très rapidement à la série régulièrement rubannée des marno-calcaires hauteriviens, un peu plus foncés. Nous y avons trouvé *Astieria Jeanotti* et *Holcodiscus* sp.

Au milieu de cette série s'intercalent un ou deux bancs lenticulaires, épais de 0,50 m au maximum, à oolites ferrugineuses (1<sup>f</sup>).

La série devient plus marneuse (2), puis un nouveau faisceau de bancs plus calcaires (3) à nombreux nodules pyriteux contient : *Neocomites neocomiensiformis* assez fréquent.

Après un nouveau passage marneux, réapparaissent les gros bancs calcaires. L'un de ceux-ci est très glauconieux (5) et nous a fourni : *Belemnites* sp., *Pulchellia* cf. *Dalmasi*, *Holcodiscus* sp., *Crioceras* sp., et surtout des *Hamulina* sp. extrêmement abondants, qui impriment à ce gisement un cachet tout particulier.

Un peu plus à l'Est, au delà des Ferres, la surface supérieure du dernier banc calcaire nous a fourni une belle empreinte de *Ancyloceras Matheroni*, ainsi que *Douvilléceras* sp., ce qui constitue le gisement le plus oriental à notre connaissance du Bédoulien.

Sur ce dernier banc repose un ensemble de grès et de marnes, avec plusieurs couches glauconieuses, qui représentent l'Albien.

Un peu plus loin vers l'Est, là où l'Estéron coupe le flanc nord de l'anticlinal du Cheiron, on observe près du Pont des Cerises la coupe suivante, où le Néocomien est épais de 30 m au total. Sur le calcaire blanc de type jurassique (0) reposent des marnes et calcaires marneux à faune hauterivienne : *Neocomites*

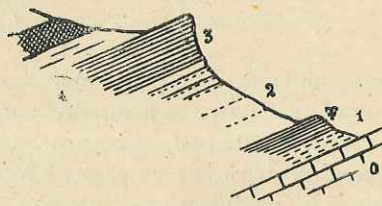


Fig. 15. — Pont des Cerises, sur l'Estéron.

*neocomiensiformis*, *Hoplites hystrix*, surmontés de marnes (2) à cordons calcaires, rares, sauf au sommet ; les calcaires blancs en bancs carrés, jointifs du Barrémien (3) terminent le Néocomien. Ils sont surmontés par des grès qui comportent près de leur base une couche épaisse de glauconie (Albien).

La comparaison de ces deux dernières coupes avec celle de Sigale est très nette. D'un bord à l'autre du même synclinal, les marnes du Valanginien disparaissent et l'on voit l'Hauterivien reposer directement sur le calcaire blanc, dont on ne peut guère douter qu'il ne comprenne le Valanginien en même temps que le Portlandien.

Plus loin encore vers l'Est, à Gillette et au delà, le Néocomien s'amincit encore plus, avec une coupe analogue à celle de Courségoules et finit par disparaître complètement.

••

Nous allons reprendre une troisième fois l'étude du même passage de faciès, mais en nous plaçant cette fois un peu plus à l'Est encore, sur la rive gauche du Var. Il se présente là une circonstance assez favorable : Au lieu d'être dirigés d'Est en Ouest, les accidents tectoniques et par conséquent aussi les affleurements néocomiens deviennent nord-sud, ce qui permet d'y suivre d'une façon

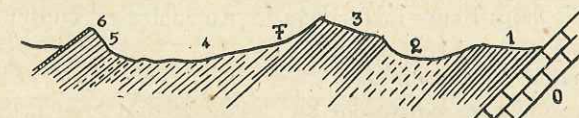


Fig. 16. — Coupe de la Vésubie (route de Levens à Duranus).

continue la variation des faciès, depuis les épaisses séries de la vallée de la Tinée, jusqu'aux faciès réduits très minces des environs de Nice. Ce passage est d'ailleurs extraordinairement rapide et nous verrons qu'on peut passer de 200 m à 10 m d'épaisseur, sur une distance de 1 km.

La première de ces bandes néocomiennes prolonge, en somme, le versant nord du Mont Vial. Elle passe au confluent de la Tinée et la basse vallée de la Vésubie en donne une coupe comparable à celle de Rigaud. Les caractères sont donc restés très voisins de ceux de toute la région septentrionale, en particulier au point de vue de l'épaisseur. Cette coupe, visible aussi bien sur les deux rives de la Vésubie que le long de la route de Levens à Duranus et épaisse de 300 m environ, est la suivante :

Sur le calcaire tithonique (0), gris, qui passe au calcaire blanc à peu de distance, repose un ensemble de gros bancs (1) d'un calcaire marneux dur, à patine bleutée et à cassure noirâtre, avec quelques délits schisteux. Puis viennent des marnes relativement tendres (2), plus ou moins schisteuses, à stratification peu marquée, surmontées par de gros bancs de calcaire marneux gris-noir, s'arrondissant à l'air et séparés par des délits schisteux. Au-dessus de ces bancs, des marnes schisteuses ont fourni quelques fossiles hauteriviens, le long de la route



de Levens à Duranus. Ces marnes (4) deviennent progressivement plus calcaires à la partie supérieure, et supportent de gros bancs de calcaire gris clair (5), du type constant dans le Barrémien. Le dernier de ces bancs (6) est, le long de la route de Levens, glauconieux et pétri de fossiles en mauvais état. Il est surmonté directement par les marnes gréseuses du Cénomanién. L. Déverin<sup>1</sup> a étudié au point de vue pétrographique une série d'échantillons prélevés dans cette coupe, le long de la route de Levens. Leur faciès s'est montré très monotone, avec des foraminifères pélagiques à tests minces, des spicules de spongiaires particulièrement abondants dans l'Hauterivién, et des Echinodermes, surtout dans le Berriasien, répartis uniformément dans une roche à ciment argileux abondant.

Au Sud de Levens, différentes dislocations tectoniques empêchent de suivre en détail la coupe du Néocomien, mais on reconnaît qu'il présente une grande épaisseur jusqu'à Saint-Blaise inclusivement. Au contraire, au Mont Cima, 2 km plus au Sud, une coupe parfaitement nette (au col situé au SW du sommet) ne montre que 5 m de Néocomien dont le détail est le suivant : Sur le calcaire blanc en très gros bancs (0) reposent deux bancs de calcaire glauconieux (1), puis des marnes schisteuses tendres (2), quelques bancs de calcaire marneux, un peu plus durs (3) et enfin un banc glauconieux pétri de bélemnites (4). Le Néocomien est surmonté par les marnes gréseuses du Cénomanién, tout à fait analogues à celles qui le surmontent dans la vallée de la Vesubie.

En suivant la limite du Jurassique vers le Sud, on trouve encore une petite épaisseur de Néocomien, analogue à celui du Mont Cima, au pied Ouest du Mont Chauve d'Aspremont, mais il disparaît complètement plus au Sud.

Dans une seconde unité tectonique située un peu plus à l'Est, qui passe à Utelle, l'amincissement est tout aussi soudain, mais se place un peu plus au Nord. Une bonne coupe de cette série, sous son faciès

<sup>1</sup> Étude lithologique des roches crétacées des Alpes-Maritimes, p. 21. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. XXVI, n° 150, 1923.

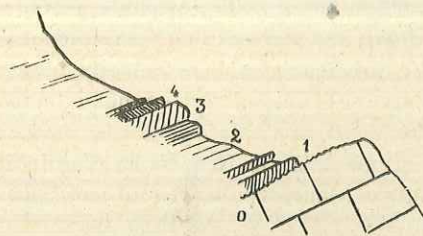


Fig. 17. — Mont Cima.

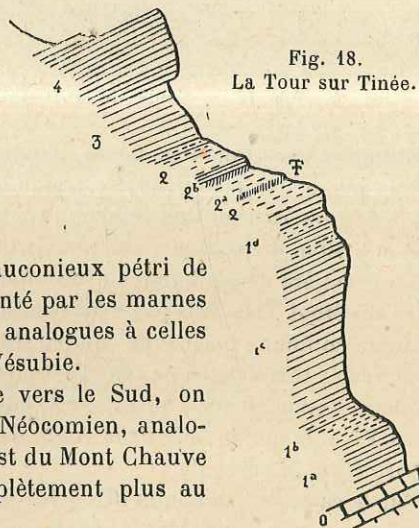


Fig. 18.  
La Tour sur Tinée.

septentrional, épais, s'observe sous le village de La Tour, dans la vallée de la Tinée, où l'épaisseur totale du Néocomien est de 300 m. Sur les bancs durs, gris clair, du Tithonique, repose un ensemble de bancs bleutés, marneux mais assez résistants, épais de 150 m au moins. On peut y distinguer quelques niveaux moins résistants; à la base, les bancs 1<sup>b</sup> sont assez marneux. Le long de la route de la Tour, ils présentent une apparence froissée très particulière. Au sommet, des niveaux un peu plus tendres déterminent deux petites vires (1<sup>d</sup>).

On passe brusquement aux marnes schisteuses (2) dans lesquelles on ne peut guère distinguer de cordons plus calcaires que tout à fait au sommet. Ces marnes comprennent deux minces intercalations glauconieuses, dont la première (2<sup>a</sup>) est pétrie de fossiles phosphatés. La seconde (2<sup>b</sup>) ne contient guère que quelques bélemnites et est surmontée par quelques bancs calcaires.

Le premier niveau nous a fourni : *Nautilus* sp., *Neocomites neocomiensis*, *Hoplites (Kilianella) Roubaudi* D'O., *Polyptychites* sp., Gastropodes indéterminables. Cette faune indique le Valanginien inférieur.

Au-dessus des marnes, on trouve des bancs calcaires relativement minces, séparés par des délits schisteux (3), puis de gros bancs de calcaire à cassure foncée, piquetés de glauconie (4). Quelques décimètres de calcaire glauconieux à bélemnites font la transition aux marnes noires aptiennes.

La partie supérieure de la coupe est assez analogue à ce que nous avons vu précédemment. Le gisement valanginien est assez curieux car il montre sous une forme phosphatée des espèces qui ne sont connues en général qu'à l'état pyriteux. Il est également remarquable d'y trouver un *Polyptychites* indiscutable, bien que non déterminable spécifiquement. On sait que ce genre, très fréquent dans l'Allemagne du Nord, est très rare dans le SE où nous n'en connaissons que 3 ou 4 échantillons (Lubéron, La Palud) tous provenant de gisements relativement néritiques. Or, le Valanginien littoral présente en général un faciès à lamellibranches, sans ammonites; le caractère néritique du gisement est souligné par la présence de la glauconie.

L'énorme épaisseur de calcaires marneux (1), située sous les marnes valanginiennes, doit appartenir au Berriasien qui présenterait ici un développement tout à fait anormal, sous un faciès peu caractéristique (et non fossilifère). On peut le rapprocher de la partie inférieure de la coupe de Sigale (1, fig. 13), qui occupe une position analogue.

Nous allons voir maintenant, comme au Sud du synclinal de l'Estéron, la partie supérieure du Néocomien, très amincie, reposer seule un peu plus au Sud sur les calcaires blancs.

Le passage entre ces deux faciès très différents a lieu à la Madone d'Utelle, où l'on peut faire des observations du plus haut intérêt.

La coupe que l'on observe dans le vallon de la Pinée, qui passe au Nord de la Montagne de la Madone, est assez analogue à celle du Tour. En remontant depuis la vallée du Var, on trouve d'abord, autour du Reverdon, une grande épaisseur de gypse triasique, puis on traverse une série jurassique, entièrement



calcaire, et peu épaisse (300 m environ) peut-être par suite d'étirements tectoniques. On peut cependant y reconnaître différents niveaux, du Lias au Tithonique. Celui-ci est particulièrement net et dessine la falaise terminale, formée d'un calcaire forcé à pâte fine, massif, très compact, avec un niveau dolomitique

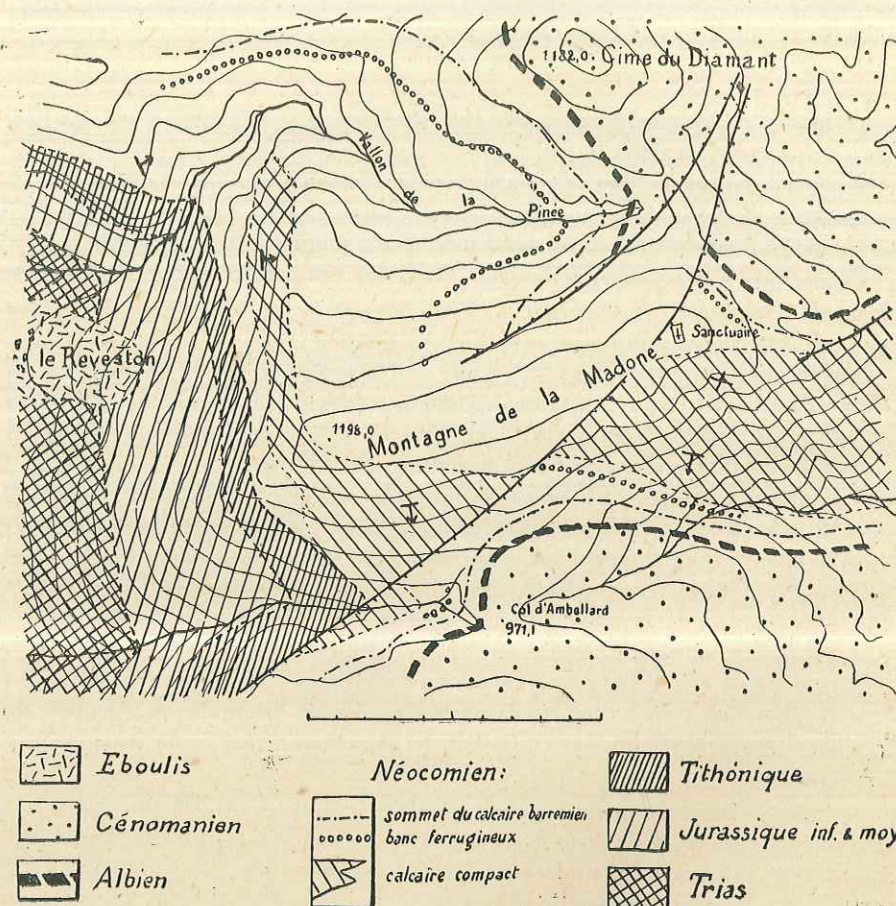


Fig. 19. — Carte géologique de la Montagne de la Madone d'Utelle (A.-M.).  
Equidistance des courbes de niveau : 50 m. Echelle 1/26.000.

au 1/3 supérieur, accident qui annonce le passage aux calcaires blancs et dolomies, lequel se fait quelques kilomètres plus au Sud.

Sur le Tithonique (0) reposent 300 m de calcaires plus marneux (1), plus tendres, très bien lités, parfois un peu schisteux, surtout à la partie supérieure, qui donnent des pentes extrêmement monotones sur la rive droite du vallon. On n'y observe que de rares sections de bélemnites, à l'exception d'un banc particulier (1\*) situé à une cinquantaine de mètres du sommet, épais de 2 à 3 m,

glauconieux et surtout très ferrugineux, et assez fossilifère. Il est pétri de bélemnites, mais renferme également des rhynchonelles (*R. lata*) et de grandes ammonites assez frustes, mais qui rappellent *Neocomites neocomiensiformis*. Il semble donc s'agir de l'Hauterivien.

Un banc de faciès analogue (1<sup>b</sup>) termine la série néocomienne, qui est surmontée par des marnes assez claires (2) (les marnes noires aptiennes ne descendent guère au Sud du Tour), dans lesquelles s'intercale, 15 m plus haut, une grosse couche de grès très glauconieuse (3) qui supporte la série, ici très épaisse, des marnes à bancs calcaires blanchâtres du Cénomaniens (4). Cette couche glauconieuse, que nous rapporterons conventionnellement à l'Albien, s'observe dans la même situation à Rigaud et dans la basse vallée de l'Estéron. Elle fournit un repère stratigraphique très commode.

Si l'on se dirige vers le Sud en longeant le flanc oriental de la Montagne de la Madone, on observe quelques petites failles qui accidentent en touche de piano la limite supérieure du Néocomien. Et à 1 km du vallon de la Pinée, le long de l'arrête qui descend à l'Est de l'Eglise, et qui est facilement accessible par les lacets de la route, on observe une coupe très différente : Sous le grès glauconieux albien et les marnes claires qui le supportent, on trouve encore un calcaire jaune, criblé de bélemnites, qui marque la fin du Néocomien, puis une vingtaine de mètres de calcaires gris-blanc, bien lités ; ces bancs d'un faciès banal dans le Néocomien, reposent directement sur un calcaire beaucoup plus dur, en gros bancs à patine bleutée, découpé par l'érosion en parois vertigineuses, et qui a tous les caractères du Jurassique supérieur, auquel il a été rapporté par tous les observateurs.

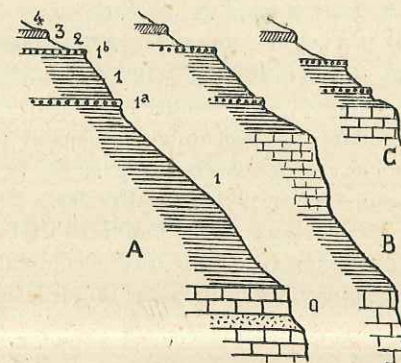


Fig. 20. — Trois coupes du Néocomien de la Montagne de la Madone.

A : sur la rive droite du vallon de la Pinée ;  
B : sur la rive gauche du même vallon ;  
C : au Sud du Sanctuaire.

Pour comprendre cette transformation extraordinaire du Néocomien, il faut parcourir le versant occidental de la Montagne de la Madone. Dès la rive gauche du vallon de la Pinée, on voit apparaître, vers le milieu du Néocomien, une falaise due à des bancs un peu plus compacts, qui contraste avec l'uniformité absolue des pentes de la rive droite. Lorsqu'on suit ces bancs, on les voit constituer le rebord occidental du plateau terminal ; leur falaise est absolument distincte de celle que constituent, une centaine de mètres plus bas, les calcaires tithoniques de teinte plus claire. Lorsqu'on passe sur le versant sud, ces mêmes calcaires deviennent de plus en plus compacts ; ils sont formés de gros bancs à patine bleutée, assez peu marneux pour être sculptés par les pluies



exactement comme les calcaires jurassiques, un peu moins durs que ceux-ci cependant.

Une faille traverse en diagonale tout le versant sud, mais à l'Est de cette faille, il n'est pas douteux que ce ne soient les mêmes calcaires durs du Néocomien qui constituent les abrupts dont le faciès rappelle le Jurassique. Ils dessinent un anticlinal et vers le Sud, au-dessus du col d'Ambellard, comme à l'Est de l'Eglise, on peut observer au-dessus d'eux la partie supérieure, restée normale, du Néocomien. Au col d'Ambellard, on retrouve deux couches jaunâtres, comme dans le vallon de la Pinée — les mêmes probablement. La plus inférieure n'est qu'à 2 ou 3 m des calcaires durs qui supportent les calcaires marneux sans aucune espèce de transition. La distance entre les deux couches jaunes est deux fois plus faible que dans le vallon de la Pinée, sans doute par suite d'un amincissement de toutes les assises.

On devrait aller chercher la limite entre les calcaires du Jurassique proprement dit et ceux du Néocomien qui leur ressemblent tellement, dans les gorges de la Vésubie; mais, leurs faciès sont devenus identiques et on ne peut plus les séparer. Bientôt tout l'ensemble prend le faciès des calcaires blancs (ou, localement, de dolomies blanches).

Quant au Néocomien supérieur (vraisemblablement Hauterivien et Barrémien), qui a conservé son faciès, on le suit facilement vers le Sud, dans la descente vers Saint-Jean-la-Rivière.

La Montagne de la Madone d'Utelle montre donc que la réduction brusque de l'épaisseur apparente du Néocomien résulte en premier lieu de ce qu'une partie de celui-ci prend le faciès du Jurassique. Il y a également diminution de l'épais-

seur propre des assises; on ne peut exclure non plus le rôle éventuel de l'érosion antéalbienne.

Sur l'autre rive de la Vésubie, au Saut des Français, nous avons relevé la coupe suivante de cette même série, qui donne une idée de ce qu'est le faciès de faible épaisseur.

Sur le calcaire blanc (0) repose avec, semble-t-il, un passage progressif très rapide, un calcaire gris-vert dur (1), à délit légèrement schisteux, surmonté par un niveau glauconieux (2), jaunâtre à l'air.

Puis on trouve un ensemble de bancs marneux assez épais (3), avec des délit schisteux, spécialement à la base, et un mince niveau glauconieux (3<sup>a</sup>). Enfin,

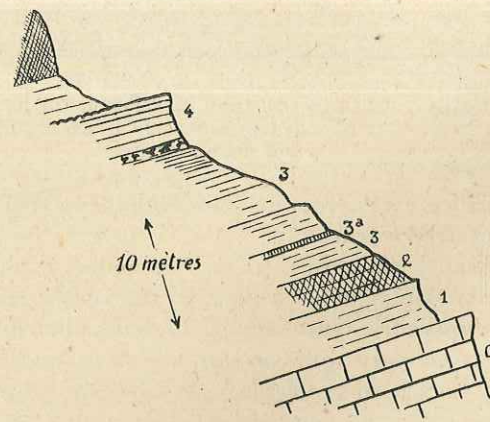


Fig. 21. — Le Saut des Français (vallée de la Vésubie).

le sommet est marqué par un ensemble plus dur (4) de calcaires gris en gros bancs, avec des lits espacés de silex branchus à la base. La partie supérieure est légèrement corrodée et encroûtée. On trouve ensuite une faible épaisseur de marnes grises, et la couche glauconieuse épaisse de l'Albien, signalée précédemment.

L'épaisseur totale du Néocomien, entre le calcaire blanc et la surface corrodée qui limite les bancs (4) est encore de 25 m.

On trouverait, dans toute la région située à l'Est et au Sud, de nombreux points où l'épaisseur du Néocomien est bien inférieure; bien que réduit à quelques bancs, souvent glauconieux ou pétris d'oolithes ferrugineuses, il reste reconnaissable jusqu'aux environs immédiats de Nice où il peut manquer complètement. Mais, de plus, l'épaisseur du Crétacé moyen (Albien-Cénomanien) diminue considérablement vers l'Est, alors que les calcaires blancs lités du Turonien et du Sénonien restent très épais. Finalement, au-dessus de Menton, le Crétacé moyen est tout aussi réduit que le Néocomien et l'ensemble n'occupe plus qu'une ou deux dizaines de mètres d'épaisseur.

L'étude approfondie de ces faciès réduits présenterait un intérêt certain, en particulier au point de vue de la connaissance des conditions qui ont présidé à la formation de ces dépôts. Il serait peut-être difficile, par contre, d'y faire une stratigraphie très précise. Comme la question sort un peu du cadre de cette étude, nous nous contenterons de décrire quelques coupes.

A Sainte-Thérèse du Figaret, dans la vallée de la Vésubie, à quelques kilomètres en amont d'Utelle, au sommet d'une haute falaise du calcaires blancs, quelques bancs représentent le Crétacé inférieur et moyen: Sur une faible épaisseur de calcaire gris (1) repose un gros banc de calcaire à oolithes ferrugineuses (2), puis des marnes schisteuses légèrement glauconieuses (3). Sur ces marnes relativement tendres repose un calcaire gris, lité, avec quelques silex à la base et des passées glauconieuses au sommet. La partie supérieure de cet ensemble est corrodée, et encroûtée par un banc noirâtre (5) qui contient de nombreux fossiles albiens, phosphatés ou glauconieux. Après quelques marno-calcaires schisteux, non glauconieux (6), on trouve de nouveau un ensemble de calcaires noirâtres pétris de glauconie, schisteux à la base, en très gros bancs au sommet (8). Sur ces bancs glauconieux reposent des marnes beaucoup plus tendres, qui supportent les calcaires blancs du Turonien.

Il semble qu'on puisse rapporter à l'Albien l'ensemble des couches glauconieuses 5 à 8, dont la base est fossilifère. Les assises inférieures sont néocomiennes, mais, en l'absence de fossiles, on hésite à formuler des assimilations plus précises. Il serait imprudent, sur la foi d'une simple analogie lithologique, de rapporter les bancs (4) au Barrémien.

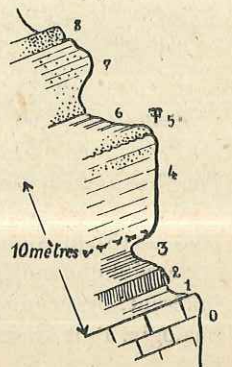


Fig. 22. — Sainte Thérèse du Figaret.



Dans cette coupe, le banc (2) mérite une mention toute spéciale. C'est un calcaire à pâte assez foncée, à très nombreuses oolithes ferrugineuses. Ce faciès est très fréquent dans tout le Néocomien d'épaisseur réduite de la région de Nice. On en rencontre aussi, beaucoup plus rarement, plus à l'Ouest. Au Col des Lattes, près de Castellane, le Néocomien très épais contient deux niveaux à oolithes ferrugineuses, avec des fossiles hauteriviens (*Acanthodiscus radiatus*). Au Sud de Collongues, dans la haute vallée de l'Estéron, un gros banc à oolithes ferrugineuses s'observe vers la partie supérieure du Néocomien, dont l'épaisseur totale est de 250 m. Nous avons trouvé également le même faciès à Courségoules, où le Néocomien est déjà très réduit.

Ces oolithes ont été étudiées, au point de vue pétrographique, par L. Déverin<sup>1</sup>, qui a retrouvé à leur propos un certain nombre des résultats rendus classiques par les travaux de L. Cayeux.

Les oolithes du col des Lattes (SE de Castellane) nous ont montré une structure analogue. Ce sont de vraies oolithes formées de couches ferrugineuses concentriques. Le noyau — qui a la moitié du diamètre de l'oolithe — est formé d'une masse ferrugineuse granuleuse, ou d'un débris d'oolithe antérieure. Une oolithe s'est montrée recouverte d'une mince pellicule de glauconie, mais ce minéral existe surtout en grains isolés.

Au Nord de Tourette-Levens, c'est-à-dire à 10 km de Nice, le Néocomien est épais de 3 m. Sur les calcaires blancs, on trouve un calcaire assez schisteux glauconieux au sommet (1), puis un gros banc de calcaire bleuté (2), un calcaire schisteux, assez glauconieux (3), puis un calcaire compact, peu glauconieux (4). Ce banc est corrodé, et percé d'une multitude de trous ramifiés, dans lesquels pénètre un calcaire différent, beaucoup plus glauconieux (5) que nous rapportons à l'Albien, par analogie. Puis viennent des marnes cénomaniennes.

Plus à l'Est, nous trouvons un peu au Sud de l'Escarène, sur la route de Peille, une coupe qui n'est pas sans analogie avec celle de Sainte-Thérèse de Figaret. Sur les calcaires clairs jurassiques repose une couche de calcaire grumeleux (1), puis un calcaire à pâte bleu foncé (2), rempli d'oolithes ferrugineuses, souvent aplaties; des nodules plus clairs tranchent sur le fond brun. Ces bancs sont surmontés par un calcaire glauconieux (3), en gros bancs, avec un lit glauconieux pétri de Bélemnites à la base. Puis on trouve à 5 à 6 m de calcaire non glauconieux, marneux, bleu,

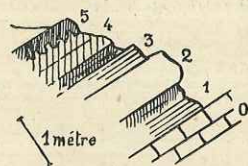


Fig. 23. — Tourette-Levens.

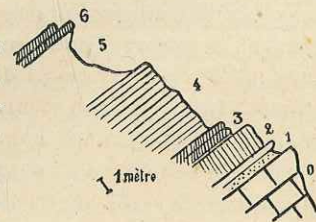


Fig. 24. — L'Escarène (Route de Peille).

<sup>1</sup> Bull. Carte Géol. Fr., t. XXVI, n° 450, 1923, p. 31.

en gros bancs séparés par des délits schisteux minces; nodules de pyrites et bélemnites assez fréquents.

Ces bancs calcaires passent vers le haut à un ensemble plus schisteux, de teinte plus claire (5), surmonté par des bancs très glauconieux, de teinte foncée, avec de rares gastropodes (6). Ce dernier niveau paraît appartenir à l'Albien.

A Gaudissart, au Nord de Peille, l'épaisseur totale est de 4 à 5 m. Vers le milieu, on trouve deux bancs glauconieux (2) dont l'un pétri de fossiles, malheureusement assez brisés, et difficiles à extraire. Nous avons pu y reconnaître un *Holcodiscus* hauterivien, des bélemnites, *Toxoceras* sp., des gastropodes, rhynchonelles, térébratules, polypiers, etc... La surface supérieure du calcaire dur, glauconieux, qui termine le Néocomien (4), est profondément corrodée.

On pourrait multiplier les coupes de ce genre. Il resterait très difficile, sinon impossible, d'établir une correspondance entre les différents niveaux; les caractères généraux sont toujours à peu près les mêmes: alternance de bancs calcaires et marneux, présence presque constante de glauconie, présence fréquente d'oolithes ferrugineuses.

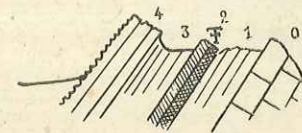


Fig. 25. — Gaudissart.

Nous avons cherché à résumer, par les cartes paléogéographiques ci-contre, les principales conclusions qui se dégagent de la comparaison des coupes que nous venons d'analyser.

La première de ces cartes concerne le Berriasien. On a distingué, d'une part, le calcaire gris, fin, typique, assez fréquemment fossilifère (Sisteron, Chabrières, Courchons) et d'autre part, les calcaires de grain plus grossier, non fossilifères qui en occupent la place dans la vallée de la Tinée et à Gréoulx. La faune berriasienne se retrouve, dans des calcaires de ce type, au bois de Concors et dans les Alpilles.

Sur cette carte, on a fait figurer la limite septentrionale du faciès « calcaire blanc » du Jurassique supérieur. Ceci permet de constater que le Berriasien n'existe que sur le faciès tithonique, où il est constant: le plus vraisemblable est que le Berriasien prend, comme le Jurassique ss. st., le faciès des calcaires blancs.

Enfin, on a indiqué l'emplacement des gisements purbeckiens, signalés par Gignoux et Moret<sup>1</sup>. Il est visible qu'il s'agit d'un épisode continental au milieu du régime récifal du calcaire blanc.

La carte relative au Valanginien distingue les deux grands types fauniques,

<sup>1</sup> GIGNOUX et MORET. Sur l'extension des lagunes purbeckiennes dans le S. E. de la France. C. R. S. G. F., n° 10, 24 mai 1937, p. 116.



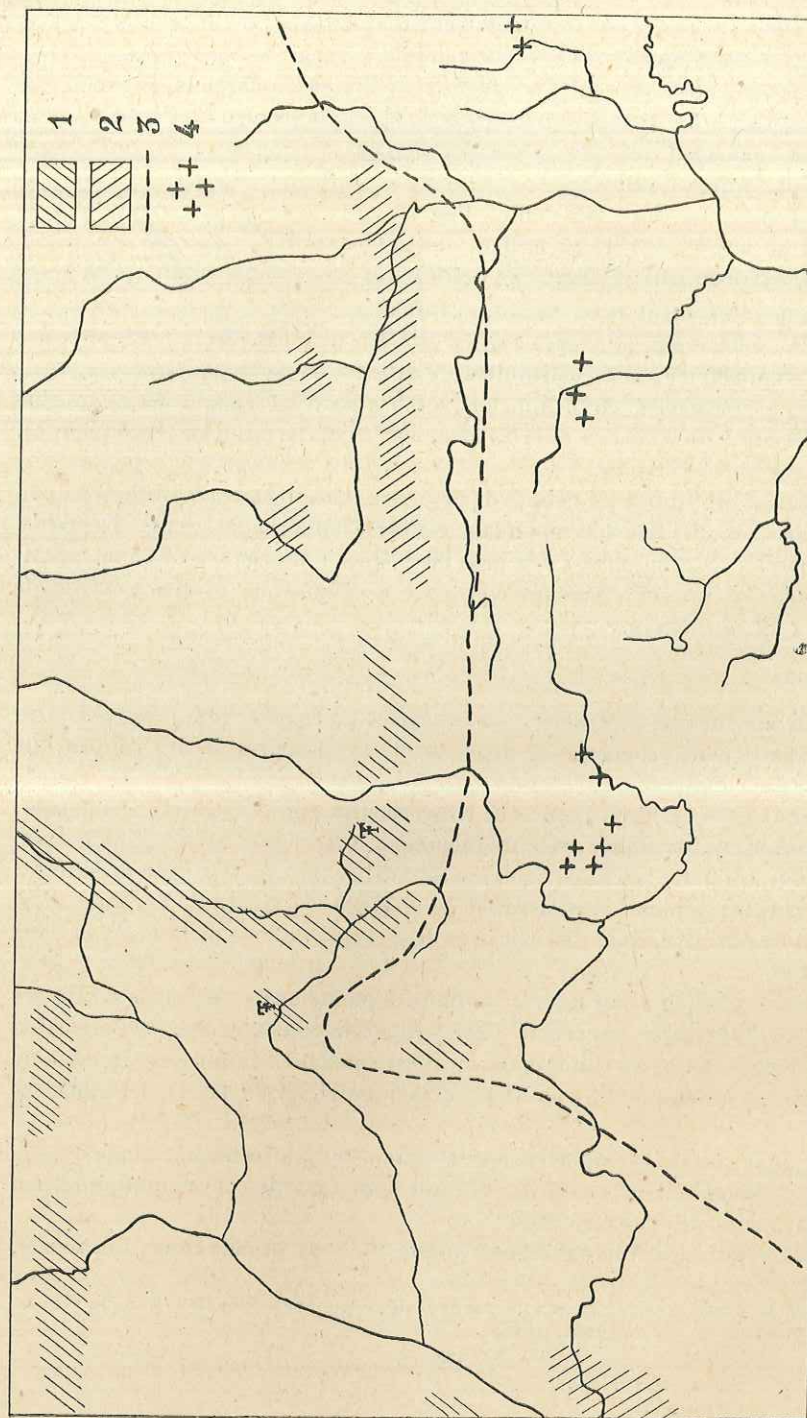


Fig. 26. — Carte du Berriasien : 1 : calcaire gris fin fossilifère ; 2 : calcaires plus grossiers ; 3 : limite nord du calcaire blanc jurassique ; 4 : gisements pûrbeckiens (d'après Gignoux et Moret) (comparer à la carte des localités, fig. 4).

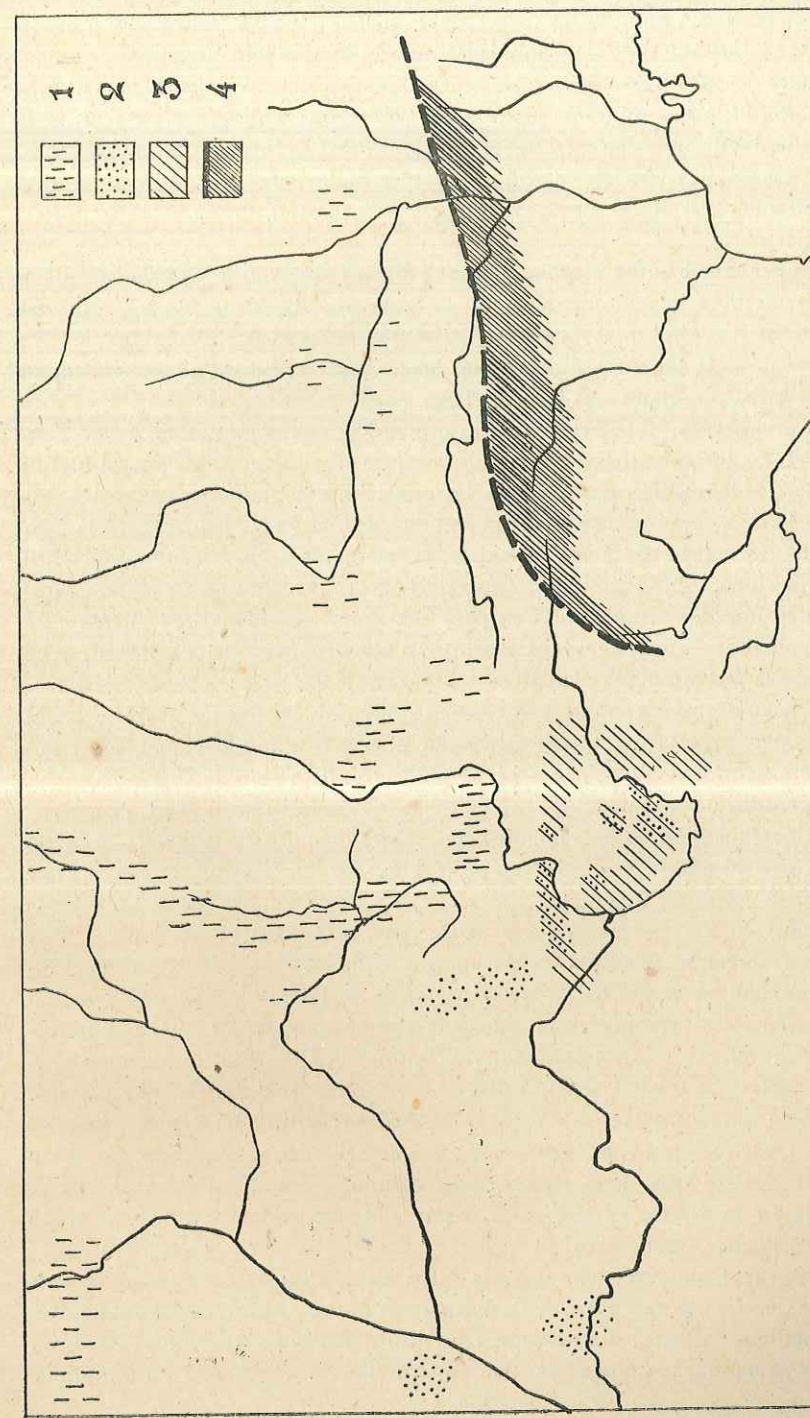


Fig. 27. — Carte du Valanginien ; 1 : marnes à ammonites pyriteuses ; 2 : marnes à lamellibranches ; 3 : niveau zoogène du Valanginien supérieur ; 4 : calcaires blancs.



les marnes jaunes à ammonites pyriteuses au Nord et les marnes à lamelli-branches. Ce dernier type ne s'étend d'ailleurs pas très loin vers l'Est.

On a noté de plus l'extension du niveau zoogène, à *Alectryonia*, de Comps et de La Palud, ainsi que les régions où l'on a des raisons de penser que le Valanginien, comme le Berriasien, se confond avec le Jurassique sous le faciès des calcaires blancs. On sait d'ailleurs que, près de Marseille, le Valanginien prend également un faciès de calcaire blanc presque identique à celui du Jurassique supérieur.

Pour en revenir à notre région, le mince niveau zoogène à huîtres se place de telle façon dans le prolongement de la zone des calcaires blancs, qu'il est assez tentant d'y voir une formation satellite de ceux-ci, développé à l'W, c'est-à-dire dans le sens des lignes isopiques; vers le Nord, au contraire, la limite des calcaires blancs est très brutale.

La carte relative à l'Hauterivien n'indique que beaucoup moins de distinctions : L'étude des variations d'épaisseur se fera plus loin, pour l'ensemble du Néocomien; le faciès de l'Hauterivien est relativement peu variable et les distinctions de la carte ci-contre sont fondées sur des nuances peu tranchées : on a distingué les marno-calcaires rubannés, extrêmement épais et monotones qui existent au Nord, d'une part, et d'autre part, les marnes de teinte claire, comprises entre des faisceaux calcaires peu épais qui dessinent des cuestas. Le type intermédiaire, correspondant à peu près au gisement de La Palud, avec des marnes et des faisceaux calcaires assez épais, est toujours très fossilifère. Bien que ces distinctions soient assez peu tranchées, les lignes isopiques ont toujours à peu près la même allure. A peu près EW dans la vallée de l'Estéron, elles font un brusque crochet vers le Nord en direction de Digne.

Bien entendu, on a distingué également le faciès de Gréoulx, seul représentant dans notre région de ces énormes épaisseurs de calcaire marneux à faune néritique, pétries plus à l'Ouest d'innombrables *Toxaster* et dont la répartition coïncide avec celle de l'Urgonien.

Pour le Barrémien, les distinctions sont plus tranchées : au Nord, il est entièrement formé de calcaires en gros bancs. Plus au Sud, le Barrémien inférieur est marneux et seule la partie supérieure de l'étage conserve le même faciès calcaire. Des intercalations glauconieuses apparaissent, d'abord sporadiquement (il en existe également dans l'Hauterivien dont la limite, non figurée sur la carte précédente, serait à peu près la même que pour le Barrémien). Les couches glauconieuses au lieu de constituer simplement des épisodes arrivent à constituer presque tout l'étage, qui ne présente plus qu'une épaisseur très faible : c'est ce que nous avons noté comme « réduction glauconieuse ». Dans la région de Grasse à Nice, enfin, le Barrémien manque ou n'est représenté que par des poches fossilifères.

Une autre carte concerne les rapports entre le Néocomien et le Crétacé moyen et les faciès de l'Aptien. Au Nord, la sédimentation est continue; l'Aptien inférieur (Bédoulien) calcaire, établit une transition continue entre les calcaires barrémiens et les marnes noires de l'Aptien supérieur (Gargasien), à Ammonites

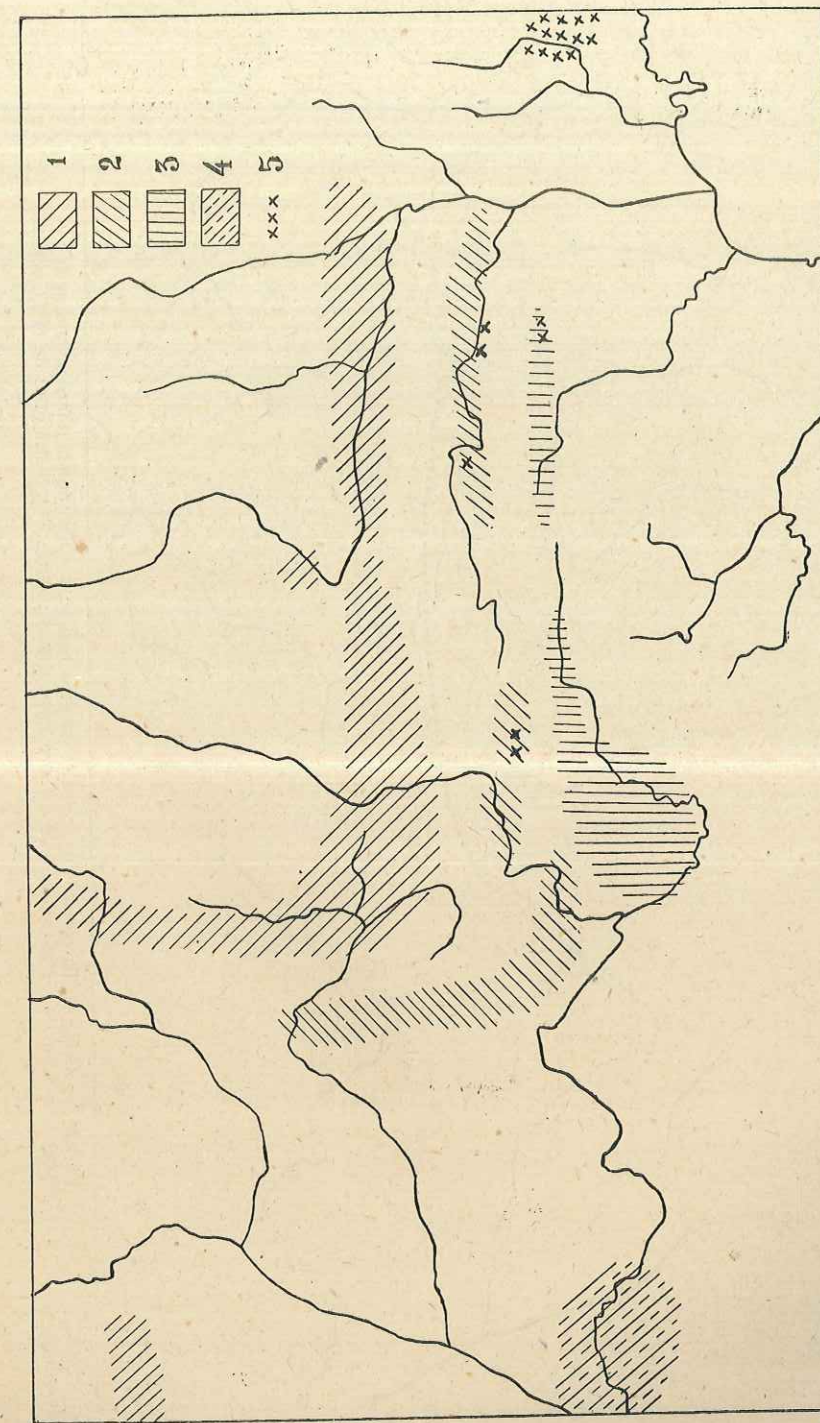


Fig. 28. — Carte de l'Hauterivien : 1 : marnes calcaires rubannées épaisses ; 3 : marnes de teintes claires, avec faisceaux calcaires ; 2 : type intermédiaire entre 1 et 2 ; 4 : marno-calcaires épais à *Toxaster* ; 5 : oolites ferrugineuses.



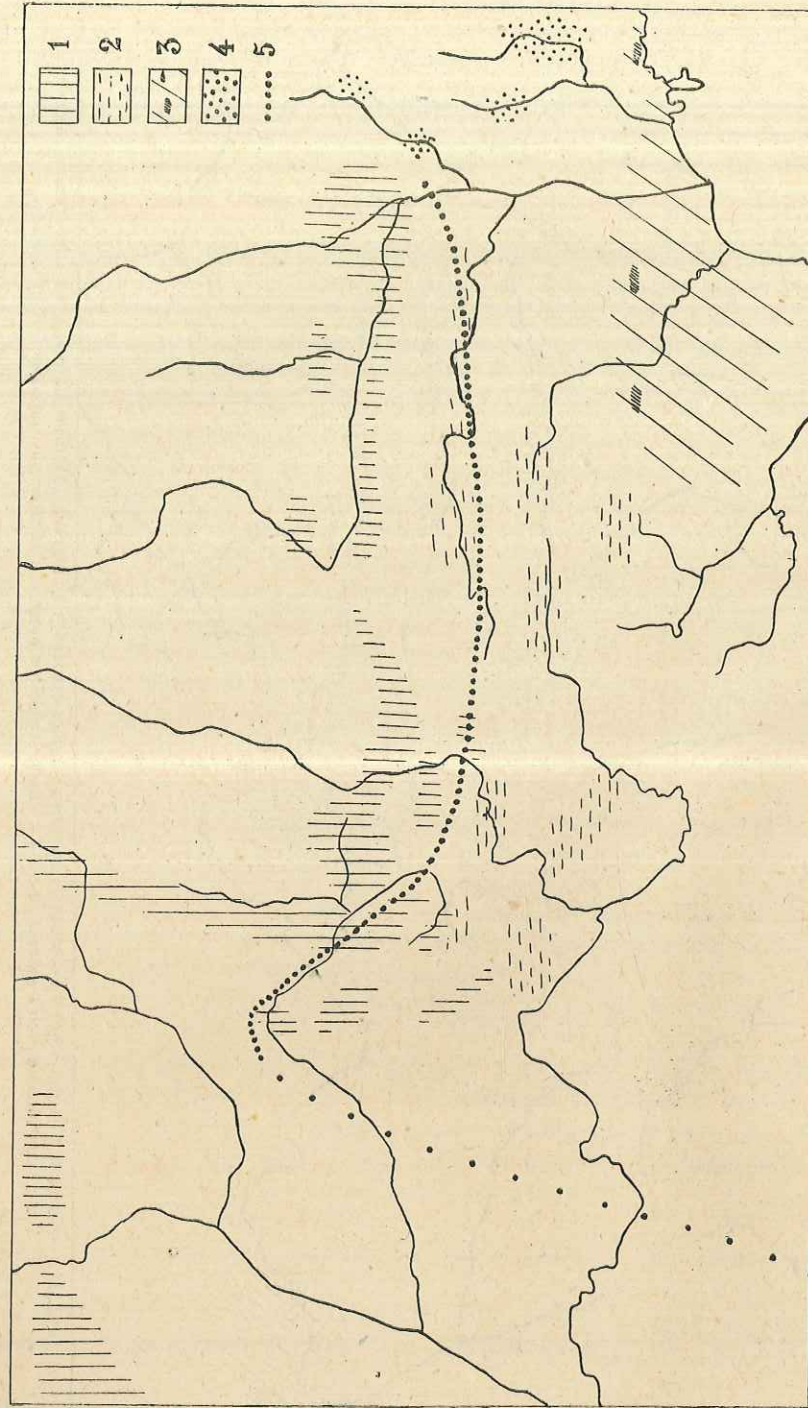


Fig. 29. — Carte du Barrémien ; 1 : calcaire en gros bancs ; 2 : Barrémien inférieur marneux ; 3 : poches glauconieuses discontinues ; 4 : réduction glauconieuse ; 5 : limite nord de la glauconie.

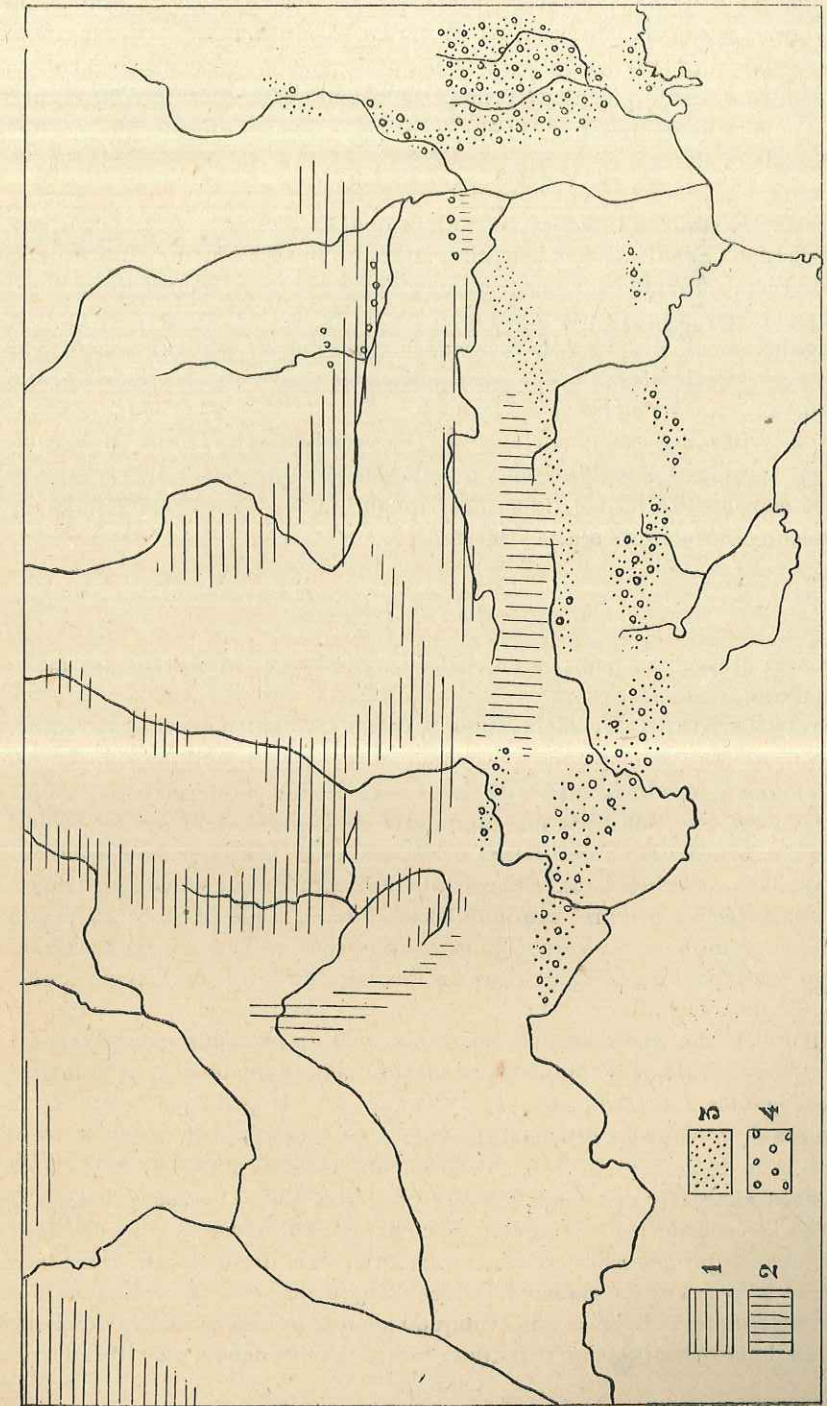


Fig. 30. — Carte de l'Aptien ; 1 : marnes gargasiennes succédant en continuité au Bédoulien ; 2 : marnes gargasiennes avec lacune du Bédoulien ; 3 : lacune des marnes gargasiennes ; 4 : Albien glauconieux.



lisses (*Phylloceras*, etc.), en général très épaisses. Puis on voit apparaître une lacune entre les calcaires barrémiens et les marnes aptiennes. Ces dernières disparaissent enfin et il arrive que l'Albien glauconieux repose directement sur le Barrémien. On sait que, plus à l'Ouest, le Bédoulien, au lieu de n'être représenté au maximum que par quelques bancs calcaires, forme un puissant ensemble de calcaires à silex, qui passe latéralement à la partie supérieure de l'Urgonien.

La carte 31, enfin, résume les indications dont nous disposons sur l'épaisseur du Néocomien. Sans attacher une trop grande signification aux chiffres indiqués, on remarque immédiatement la zone d'épaisseur très réduite qui s'étend de Grasse à Nice et jusqu'à la Vésubie. A partir de là, les épaisseurs augmentent régulièrement, jusqu'à la haute vallée du Verdon où elles atteignent leur maximum. La seule anomalie est constituée par le flanc sud du Gourdan, qui constitue un flot isolé de faible épaisseur.

Près de la Durance, et sur sa rive droite, on retrouve de très fortes épaisseurs, mais leur signification est différente de celles de la haute vallée du Verdon : ce sont des marno-calcaires néritiques, qui annoncent les faciès subrécifaux de l'Urgonien, si développés plus à l'Ouest.

Comment doit-on, au point de vue paléogéographique, interpréter les faciès que nous venons de décrire ?

Le caractère bathyal des dépôts dans la région septentrionale (fosse vocontienne) résulte tant de leur nature essentiellement vaseuse que de leur faune. Au Valanginien, les changements de faciès vers le Sud s'interprètent, comme dans les autres directions, par une diminution de la profondeur, qui se traduit d'abord par l'apparition d'une faune néritique, puis par la présence de calcaires récifaux ou subrécifaux. Ces calcaires constituent, au Valanginien supérieur, une auréole à peu près continue, située à une grande distance du centre de la fosse vocontienne : calcaires blancs des environs de Nice et de Marseille, calcaires miroitants du Gard, calcaire du Fontanil, du Nord du Vercors et leur équivalent dans le Jura.

A l'Hauterivien et au Barrémien, les choses sont un peu plus complexes. La modification latérale de la faune est beaucoup moins caractéristique (substitution des *Hoplites*, *Crioceras*, etc... aux *Phylloceras*) ; le principal indice d'une diminution de profondeur est constitué par l'abondance de la glauconie. Encore convient-il de distinguer entre les niveaux continus d'une glauconie qui semble bien formée sur place, à profondeur modérée (100 à 400 m) dans le Sud de la région, et les lentilles isolées que l'on rencontre sporadiquement plus au Nord (Chabrières) et qui peuvent résulter d'un charriage par des courants. Dans tous les cas, la présence de la glauconie s'accompagne d'une forte réduction des apports détritiques (vasés) ce qui explique l'abondance des fossiles. La même réduction de la sédimentation détritique caractérise les dépôts d'oolithes ferru-

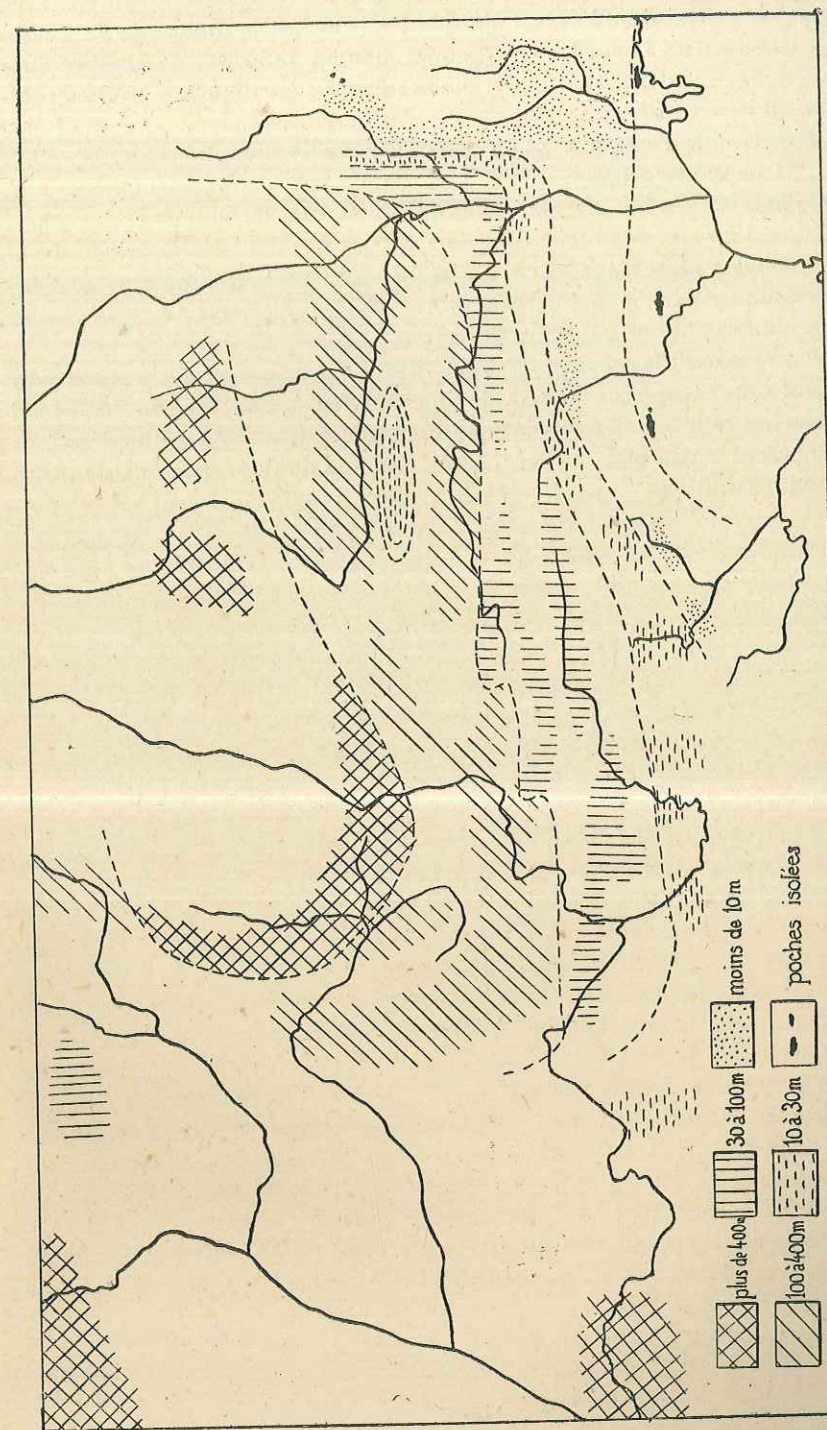


Fig. 31. — Epaisseur totale du Néocomien.



gineuses, ou de nodules (fossiles) phosphatés (couches à *Hamulina* de Consé- gudes). L. Cayeux a montré, en particulier, que les minerais de fer oolitiques se sont formés sur des hauts-fonds, où les apports détritiques d'origine litto- rale étaient très réduits.

Les disparitions d'étages que l'on observe, pour l'Aptien inférieur, dès Cha- brières, ont la même origine, et résultent d'un arrêt de sédimentation, dans une zone balayée par les courants, sans qu'il y ait lieu de supposer une émer- sion. Ce n'est qu'aux environs immédiats de Nice que des perforations, souvent assez profondes, accompagnent ces arrêts de sédimentation. Elles peuvent d'ail- leurs s'expliquer par l'action de vers fousseurs sans qu'il soit nécessaire de les attribuer aux racines de végétaux terrestres.

On peut résumer ces considérations en disant que la partie méridionale de la région qui nous occupe constituait, de l'Hauterivien à l'Aptien, un haut-fond balayé par les courants, à tel point que sur de larges surfaces aucun dépôt n'a pu se former. Un peu plus au Nord, le versant sud du Gourdan constituait un haut-fond isolé.

## CHAPITRE II

LES IRRÉGULARITÉS DE LA STRATIFICATION  
DANS LA FOSSE VOCONTIENNE

Nous allons grouper dans ce chapitre l'étude d'un certain nombre d'irrégula- rités de la stratification qui paraissent *a priori* de natures très différentes et dont on verra plus loin la très grande fréquence dans le Jurassique supérieur et le Néocomien de la région vocontienne.

De ces irrégularités, les unes, les brèches, ou fausses-brèches du Tithonique, sont connues depuis longtemps et ont donné lieu, il y a une cinquantaine d'an- nées, à de longues discussions entre Kilian, Leenhardt, Toucas, etc.. Ces dis- cussions ont surtout porté sur la question de savoir s'il y avait, ou non, rema- niement de faunes du Tithonique dans le Berriasien, ce qui ne semble pas, en fin de compte, être le cas. Les autres irrégularités, les contournements de cou- ches, semblent n'avoir été signalés par personne, ce qui ne laisse pas de sur- prendre quand on constate leur fréquence, autour de Rosans par exemple. En dehors de la région vocontienne, de telles irrégularités sont extrêmement rares : nous n'avons pu trouver dans la bibliographie (\*) qu'une dizaine de citations de couches contournées dont l'interprétation concorde en général avec celle que nous en avons donné : il est impossible de les rapporter à une déformation tectonique.

Les plus anciennes de ces irrégularités, si particulières à la région vocon- tienne, s'observent au niveau du Séquanien mais seulement dans une région très limitée. Au Sud de Die, sur la rive gauche de la Drôme, il existe, en face de Pont-de-Quart et au-dessus de Poyols, de grands ravinements, hauts de près de 400 m, et qui donnent du Jurassique supérieur une coupe complète, parfaite- ment fraîche. Mais le Séquanien en occupe le tiers supérieur, et, à moins de gravir les pentes escarpées qui bordent le ravinement, des jumelles sont néces- saires pour bien l'observer.

Les bancs de calcaire, à patine plus claire, se détachent admirablement au milieu des marnes noires. Leur stratification, horizontale, est parfaitement régulière, sauf sur une épaisseur de 20 m. La composition de cette assise, com-

\* JEAN GOGUEL. Glissements sous-marins dans le Crétacé inférieur. *B. S. G. F.*, 5, VIII, 1938, p. 251.



prise entre des bancs horizontaux continus, paraît être la même que celle des couches environnantes, avec une alternance de calcaires et de marnes, mais la stratification est complètement dérangée. Il semble que de gros blocs, comportant parfois plus d'une dizaine de bancs restés parallèles, aient pivoté dans leur ensemble jusqu'à prendre une inclinaison quelconque. Les véritables charnières, où l'on voit un banc resté continu changer de direction, sont relativement rares : l'allure générale est chaotique, sans qu'aucune transition marque le passage aux assises régulières, ni vers le haut, ni vers le bas.

A Pont-de-Quart, et dans les deux ravins de Poyols, les caractères sont exactement les mêmes, et le niveau occupé par la couche disloquée est identique, bien que la distance atteigne 13 km : il n'y a pas, dans l'intervalle, de ravin qui permette l'étude du Séquanien, généralement masqué par les éboulis.

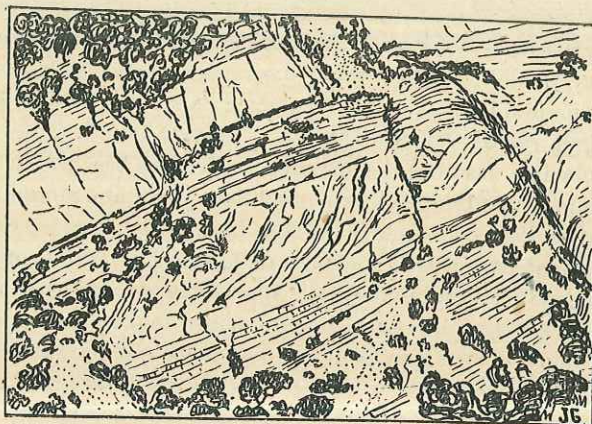


Fig. 32. — Irrégularité de stratification, dans le Séquanien, sous le château à la Pierre (Hautes-Alpes) (d'après une photographie). Epaisseur du banc disloqué : 5 m env.

Plus à l'Est, on retrouve, au même niveau, des dislocations analogues, mais n'affectant qu'une épaisseur plus faible, sur la rive gauche de la Drôme, à hauteur de la route de Charens, et dans le promontoire qui sépare la vallée de la Drôme de celle qui descend de Beaurières.

Enfin, toujours dans la même direction, un banc analogue s'observe au même niveau sous le Château qui domine la Pierre (route du col Carabès) (fig. 32).

Bien que les escarpements montrant, dans tous leurs détails, les bancs du Séquanien, soient assez fréquents, nous n'avons observé nulle part ailleurs des contournements analogues au même niveau : le phénomène est donc strictement localisé.

Au contraire, les bancs bréchoïdes du Tithonique occupent une étendue considérable, qui dépasse nettement celle de la fosse vocontienne proprement dite, atteignant notamment la Montagne de Lure et les environs de Castellane.

Le Tithonique formant à peu près toutes les crêtes de cette vaste région, il est facile d'observer, souvent sur une grande distance sans aucune interruption, la tranche de ses bancs. On constate que ceux-ci sont d'épaisseurs inégales : un ou plusieurs bancs très épais (2 à 10 m) s'intercalent à des niveaux quelconques au milieu d'une série de bancs plus minces (0,40 à 0,60 m). Ces derniers sont formés d'un calcaire gris café au lait, à pâte fine, d'aspect banal, mais les bancs épais sont constitués par la brèche : le ciment, assez abondant, et les éléments de la brèche sont également de calcaire gris et diffèrent simplement par leur nuance (les éléments sont parfois beiges ou rosés), parfois leur grain, un peu plus grossier pour le ciment. Leur résistance mécanique paraît très

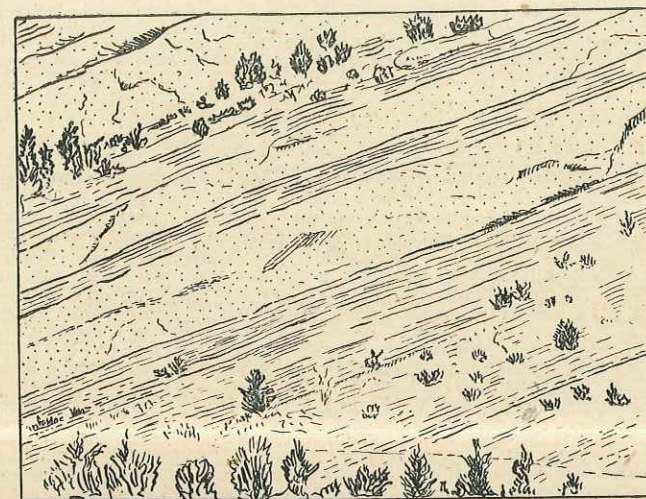


Fig. 33. — Brèche tithonique sur la rive gauche du torrent de Charens (d'après une photographie).

Exemple typique de l'alternance de bancs de brèche, désignés par des points et dont l'inférieur atteint 8 m d'épaisseur, avec les bancs réguliers de calcaires lités. Noter la présence d'un fragment de banc lité occupant une position inclinée, au milieu du banc de brèche inférieur, et l'apparition vers la gauche d'un lit schisteux au milieu de ce même banc.

comparable et une cassure coupe indifféremment le ciment ou les éléments qu'il joint. Il n'est pas rare cependant que ces éléments puissent s'isoler. Leur surface est jalonnée par de minces impuretés ferrugineuses, qui facilitent leur séparation, au moins partielle, d'avec le ciment, ce qui permet d'étudier leur forme. On constate que les éléments ne sont nullement roulés. Leurs formes sont arrondies, mais avec une allure générale irrégulière, légèrement branchue, avec des anfractuosités. Lorsque le ciment est peu abondant, les éléments semblent parfois se mouler les uns sur les autres. Leur taille est généralement peu variable dans un même banc et rarement supérieure à 5 cm. Parfois, entre les



éléments de taille normale, le ciment est rempli de fragments analogues de petite taille.

En un point, le long de la route de Charens, sur la rive gauche de la Drôme, on observe à plusieurs reprises des bancs de brèche peu épais qui présentent un classement très net, avec de gros éléments à la base, passant progressivement aux éléments fins du sommet, comme si le dépôt du banc s'était fait en une fois.

Nous avons déjà indiqué qu'en règle générale, quelle que soit leur épaisseur, les bancs de brèche sont dépourvus de toute trace de stratification. Lorsque, très exceptionnellement, des traces d'une telle stratification apparaissent, c'est sous la forme de panneaux de calcaire en bancs minces, qui paraissent rema-

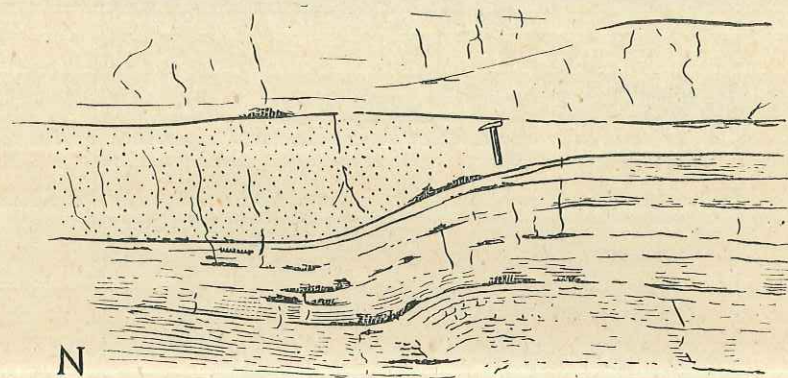


Fig. 34. — Extrémité d'une lentille de brèche tithonique (d'après une photographie). Route de Sainte-Croix à Saint-Julien du Quint. La brèche est indiquée par des points.

niés, et sont souvent inclinés par rapport à la stratification : la fig. 33 en représente un exemple caractéristique. A peu de distance de là, on voit apparaître un lit schisteux qui semble subdiviser en deux le banc de brèche.

Les bancs de brèche sont très continus et il n'est pas rare de pouvoir suivre des yeux l'un d'entre eux sur plusieurs kilomètres. Nous ne connaissons guère qu'un exemple de terminaison d'une lentille de brèche, qui s'observe sur la route de Sainte-Croix à Saint-Julien-en-Quint, au pied du Vercors (fig. 34). Sur 4 m de distance, le banc de brèche se réduit de 1 m d'épaisseur à 25 cm et, en même temps, il passe à un calcaire homogène, sans trace d'éléments de brèche. La base de ce banc d'épaisseur variable est plane et horizontale et c'est son toit, formé de bancs assez minces, qui s'infléchit brusquement pour rattraper la différence de hauteur. On peut expliquer cette disposition en remarquant que les vases qui ont donné naissance au calcaire ont dû subir, postérieurement à leur dépôt, un très fort tassement alors que rien, dans la forme ou la disposition des éléments de la brèche, ne nous permet de soupçonner un tassement

analogue. On peut donc supposer que les bancs supérieurs se sont déposés horizontalement et n'ont été disloqués que par le tassement inégal du banc sous-jacent.

Que peut-on dire de l'origine de ces brèches ? Citons, en premier lieu, les hypothèses que l'on peut rejeter :

Les éléments ne sont pas des concrétions formées en milieu solide : on ne s'expliquerait pas leur distribution, leur homogénéité, ni leur très forte analogie avec le ciment.

Les brèches ne résultent pas d'un transport ; la continuité des bancs aurait exigé un transport sur de grandes distances, qui aurait roulé les éléments. Et on ne s'expliquerait pas l'identité de composition de ceux-ci et du ciment.

La seule hypothèse qui nous paraisse pouvoir être retenue est celle d'un remaniement sur place. Imaginons que, par suite d'une brusque agitation de la mer ou du fond, une certaine épaisseur des vases récemment déposées soit remise en mouvement. Ces vases, dont la cohésion est encore très faible, bien qu'elles aient déjà subi un certain tassement, vont se délayer en partie tandis que les parties les plus consolidées formeront des grumeaux, restant en suspension au milieu de l'eau lourde ainsi formée. Une fois le calme revenu, tout cet ensemble va se redéposer, avec ou sans classement. En règle générale, chaque banc de brèche marque une phase de remaniement, et se serait redéposé en une seule fois. Une brèche déjà formée pourrait théoriquement être remaniée à nouveau, mais les exemples de ce phénomène paraissent très rares.

Cette hypothèse permet d'expliquer la forme des éléments, leur identité de composition avec le ciment ainsi que les particularités que nous avons signalées : classement qui prouve que le banc s'est formé en une seule fois, témoins des bancs non détruits, mais disloqués (fig. 33) ainsi que le passage latéral de la brèche au calcaire normal.

La principale difficulté est d'expliquer l'origine de ce remaniement brutal du fond de la mer, sur une grande étendue. Un phénomène impliquant une telle dissipation d'énergie ne peut guère se présenter que comme un tremblement de terre, générateur de raz-de-marées ou de tsunامي. On sait d'ailleurs qu'au Japon, où les tremblements de terre ne produisent jamais que des changements d'altitude de l'ordre du mètre, on a observé des variations des fonds marins de l'ordre de 100 m que l'on interprète par un déplacement des sédiments.

Vers le haut, les calcaires tithoniques passent, par une transition insensible au milieu de laquelle il est impossible de fixer une limite stratigraphique, à des calcaires plus marneux, délitables, que l'on rapporte au Berriasien.

Les bancs de brèche y sont également très fréquents, mais l'étendue qu'ils



occupent est sensiblement plus réduite; vers l'Est, ils ne semblent pas dépasser la Durance; dans le sens Nord-Sud, on les suit du Vercors à la Montagne de Lure.

La roche, aussi bien le ciment que les éléments de la brèche, étant plus altérable, les bancs de brèche ne restent pas en saillie comme dans le Tithonique. Mais ces brèches diffèrent de plus de celles du Tithonique par la plus grande proportion du ciment, qui arrive à constituer, dans certains cas, jusqu'à 80 0/0 de la roche, ce qui, dans l'hypothèse exposée ci-dessus, peut s'expliquer par une moindre cohésion de la vase, qui s'est délayée plus facilement et plus complètement.

A côté de ces brèches analogues à celles du Tithonique et dont la présence est à peu près constante, on en trouve en certains points d'autres qui présentent des caractères différents.

A la Rivière, près de Chauvac, au Sud de Rosans, la brèche (bien visible sur la rive droite du torrent) forme une masse épaisse de 3 à 4 m, sans aucune stratification. Le ciment, qui constitue une très forte proportion de la roche, est beaucoup plus marneux que les éléments dont certains sont très volumineux et atteignent plusieurs décimètres; ils sont dispersés en tous sens et l'ensemble évoque une coulée boueuse. A peu de distance de là, dans un ravin au Nord de Laux-Montaux, une brèche berriasienne contient des silex, dont la patine indique qu'ils ont été cassés avant d'être remaniés.

A 1 km au Nord de Saillans, sur la route de Véronne, une lentille de brèche à ciment marneux présente une épaisseur variable, atteignant jusqu'à 10 m.

Les caractères exceptionnels de ces brèches donnent l'impression qu'elles doivent résulter d'un transport un peu plus important de leurs éléments: il n'est d'ailleurs pas nécessaire de supposer une émergence dont il n'existe aucun indice; rien ne s'oppose à ce que des coulées de vases gorgées d'eau se soient produites sur le fond de la mer, pourvu que celui-ci ait présenté une inclinaison, même très faible. On peut d'ailleurs concevoir tous les passages entre les deux modes de formation que nous avons envisagés.

..

A côté des brèches, on trouve dans le Berriasien d'autres irrégularités de stratification, qui manquent dans le Tithonique: ce sont des contournements de couches, analogues à ceux que nous avons signalés dans le Séquanien, mais n'affectant à chaque fois qu'une épaisseur très faible.

500

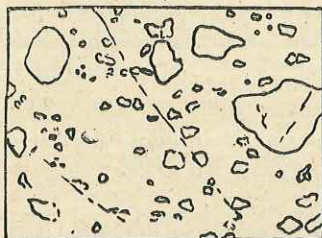


Fig. 35. — Brèche berriasienne à gros blocs irréguliers dispersés dans un ciment marneux. La Rivière près Chauvac (d'après une photographie : largeur du cliché : 1,25 m).

La rive gauche de la Méouge, sous le village de Pomet, en offre un exemple caractéristique; la route qui monte au village traverse une série horizontale où les bancs sont en général parfaitement plans. Mais entre ces bancs réguliers s'intercalent alternativement des bancs de brèche et des faisceaux de bancs contournés, épais de 2 m environ et qui se répètent à trois reprises. Entre les deux bancs, parfaitement réguliers, du toit et du mur, ces faisceaux montrent des bancs contournés d'une façon extrêmement capricieuse et très souvent étirés ou rompus, parfois roulés en miches. Les axes des plis des bancs sont dirigés EW.

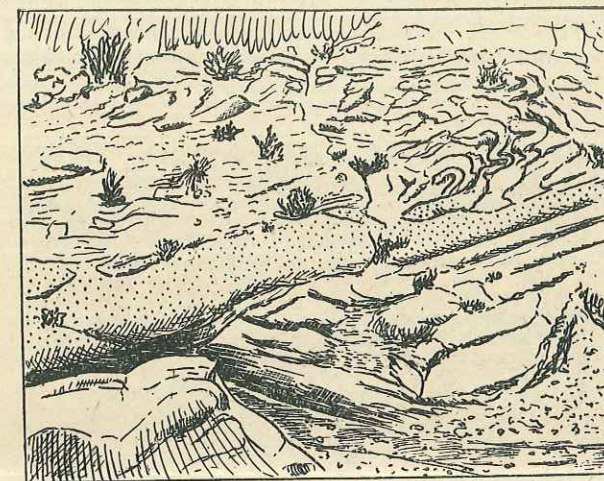


Fig. 36. — Brèche et contournement de couches dans le Berriasien, ravin au Nord de Laux-Montaux (d'après une photographie). Le milieu de la figure est occupé par un banc de brèche qui s'amincit vers la droite. Il repose avec une certaine discordance sur des bancs de calcaire très légèrement contournés. Sur la droite, il est surmonté par une série de bancs calcaires très fortement contournés (largeur du cliché : 6 à 8 m).

On observe, plus à l'Ouest, d'autres exemples de contournement de bancs dans le Berriasien, mais souvent moins nets qu'à Pomet: en général ils affectent des faisceaux de lits minces, qui sont inclinés et coupés en biseaux.

..

Mais c'est surtout plus haut que ces faisceaux de bancs contournés sont fréquents. On en voit quelques exemples dès le milieu de l'Hauterivien (rive droite de l'Eygues, en aval de Verclause — au S de Saint-André de Rosans — au NE de Villebois, sur le bord Sud du synclinal de Rosans — grand escarpement à l'W de Barret-le-Bas, dans le synclinal de la Méouge) mais ils deviennent très fréquents dans les trente derniers mètres de la série calcaire du Néocomien, c'est-à-dire (les fossiles sont trop rares dans un ensemble lithologique trop homo-

501



gène pour qu'on puisse le préciser) au sommet du Barrémien ou dans le Bédoulien. Souvent, le plus élevé de ces faisceaux se trouve à 4 ou 5 m seulement de la base des marnes aptiennes. Sur tout le pourtour de la cuvette de Rosans, il n'y a pas de coupe bien exposée qui ne montre plusieurs de ces faisceaux contournés; mais il ne semble pas qu'ils occupent exactement la même position, et qu'on puisse les considérer comme représentant des horizons parfaitement définis.

Le point le plus méridional où nous ayons observé ces faisceaux contournés se trouve à l'E de Lachau, au Sud de la Méouges, dans la vallée qui descend d'Ourres. Le ravin Sud-Nord qui descend du Château de Montauban en donne une coupe très nette. Il n'y a pas moins de trois faisceaux dont les bancs sont contournés et surtout étirés en lentilles, compris entre des bancs de calcaire

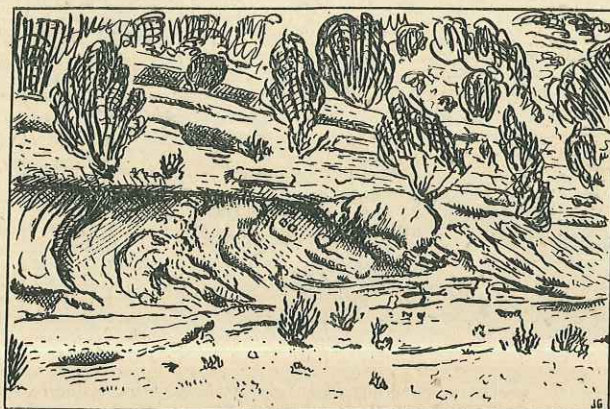


Fig. 37. — Bancs contournés dans l'Hauterivien, au bord de la route d'Orpierre à Laborel (d'après une photographie). Épaisseur 1,50 m environ.

ou de marne parfaitement plans. Un peu plus à l'Est — mais suivant une coupe Est-Ouest — on n'observe plus qu'un faisceau de bancs légèrement ondulés, sur lequel le toit est discordant.

Vers l'Ouest, le dernier exemple incontestable, d'ailleurs beaucoup moins développé qu'autour de Rosans, s'observe près de Gumiane, sur la route de Saint-Nazaire-le-Désert.

A l'Est de la Durance, on retrouve au-dessus du Caire plusieurs faisceaux contournés, identiques à ceux de Rosans, mais qui paraissent situés un peu plus bas. Les affleurements néocomiens deviennent ensuite très rares, mais on retrouve dans la vallée du Verdon, entre Allos et Colmars, c'est-à-dire dans une fenêtre où l'autochtone apparaît sous la nappe de l'Ubaye, des contournements bien caractérisés, dans un Néocomien de faciès déjà ultradauphinois.

Laissant de côté ce dernier exemple, tous ces faisceaux de couches contournées se présentent avec des caractères tellement analogues qu'il serait absolu-

ment inutile de les décrire tous. Nous avons publié <sup>1</sup> une photo d'un des affleurements les plus caractéristiques à un moment où nous ne soupçonnions pas encore la généralité du phénomène.

Ces séries néocomiennes sont formées de bancs égaux d'un calcaire marneux de teinte très claire, épais de 20 à 50 cm et qui sont séparés par 10 à 15 cm de marnes grises, plus foncées. Cette disposition donne lieu, sur les grands escarpements dépourvus de végétation qui sont fréquents dans la région, à un aspect rubanné très caractéristique; il n'est pas rare que, sur 100 ou 200 m de hauteur et 1 à 2 km de large, on puisse suivre des yeux chacun des bancs, dont la tranche apparaît comme une ligne blanche parfaitement continue. Sur la plus grande partie de la hauteur, ces lignes sont parallèles, indiquant une stratification parfaitement régulière.

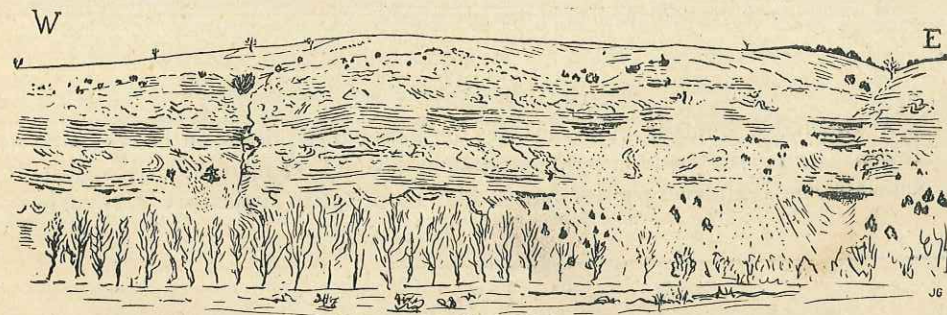


Fig. 38. — Bancs contournés dans le Bédoulien, sur la rive droite de l'Eygue, immédiatement en amont de Verclause.

Les pentes douces cultivées du sommet de la pente sont dans les marnes aptiennes. L'escarpement creusé dans les calcaires bédouliens montre trois faisceaux de bancs contournés, séparés par des lits réguliers.

Les faisceaux qui nous intéressent sont limités par deux de ces bancs continus, entre lesquels les bancs sont interrompus, inclinés en tous sens, plissés et disloqués. Lorsqu'on essaye de suivre un de ces bancs plissés, on le voit s'étirer ou se déchirer au contact d'une des épontes; fréquemment, des tronçons de bancs sont isolés, et souvent arrondis comme d'énormes miches. L'aspect des affleurements varie d'ailleurs suivant leur direction, qui peut couper sous un angle plus ou moins aigu l'axe des charnières. Si cet angle est voisin d'un droit, les charnières apparaîtront bien; s'il est faible, au contraire, on ne verra pas de charnières, mais seulement des tronçons de bancs plus ou moins inclinés. L'épaisseur du faisceau intéressé est toujours à peu près la même, de l'ordre de 2 à 3 m.

Parfois, un tel faisceau peut être isolé au milieu d'une épaisse série parfaitement régulière: c'est le cas, en particulier, dans l'Hauterivien. Au sommet du

<sup>1</sup> B. S. G. F., 5, VIII, 1938, pl. XVII.



Barrémien et dans le Bédoulien, au contraire, deux ou trois faisceaux sont souvent très voisins les uns des autres, mais toujours séparés par trois à quatre bancs plans, parfaitement réguliers.

Il n'y a qu'une explication possible pour ces étranges structures. Aussitôt après leur dépôt, les trois ou quatre derniers bancs de vase qui venaient de se déposer, encore très plastiques, ont glissé sur le fond en se disloquant, s'étirant et se plissant, ou parfois en se découpant en miches qui roulaient. Puis la surface de cet ensemble dérangé a été nivelée avant que se dépose le banc suivant.

La seule autre explication que l'on pourrait proposer ferait appel aux déformations tectoniques. Elle serait inacceptable pour des aires aussi tranquilles que la cuvette de Rosans ou le synclinal de la Méouge et incapable d'expliquer la stricte localisation de la déformation à un banc déterminé. Lorsqu'une faille ou une flexure affecte la série, on la reconnaît immédiatement à ce qu'elle coupe, plus ou moins obliquement, les bancs successifs.

A une faible hauteur au-dessus des derniers bancs plissés de la région de Rosans, les caractères de la sédimentation changent brusquement et les calcaires clairs sont remplacés par des marnes bleu-noir (Aptien supérieur). A 1.500 m

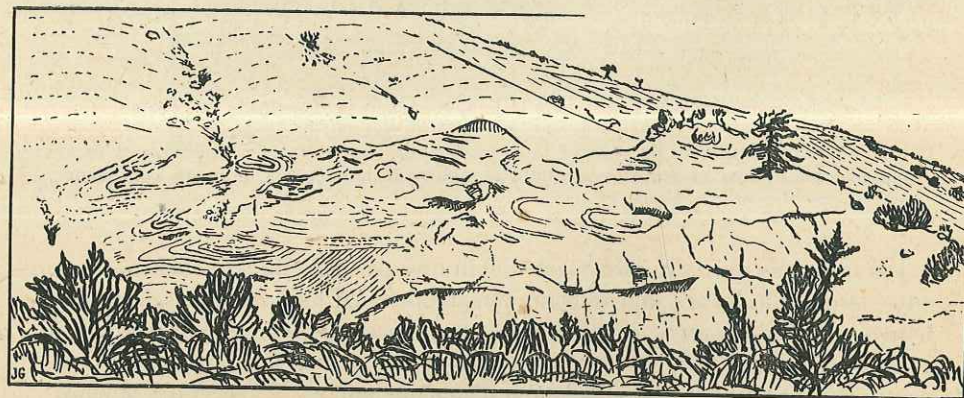


Fig. 39 — Paquet de bancs contournés, emballés dans les marnes aptiennes horizontales, sur la rive gauche de l'Eygues à 1.500 m au S. E. de Saint-André de Rosans. Les charnières sont coupées par l'escarpement presque parallèlement à leur axe, (d'après une photographie).

au SE de Saint-André-de-Rosans, la rive gauche de l'Eygues permet d'observer une coupe qui montre que les glissements du fond vaseux n'avaient pas cessé complètement : au milieu de marnes sans stratification visible, un paquet de 30 m de long, visible sur 8 m de haut est formé de marnes litées, avec de petits bancs gréseux, plissotées sur elles-mêmes, avec des charnières presque paral-

lèles à l'affleurement ; nous ne connaissons aucun autre indice de glissement au même niveau.

Les accidents de stratification, si divers en apparence, que nous venons de décrire, présentent tous ce caractère commun de résulter d'une remise en mouvement des sédiments, de très peu postérieure à leur dépôt. On peut expliquer leur variété par les différences de compositions chimiques et par suite de propriétés physiques des vases. Celles du Tithonique, très calcaires, devaient manquer de plasticité et se sont divisées en fragments plus ou moins fins, remis en suspension dans l'eau. Celles du Berriasien, plus argileuses, se sont transformées en boue liquide, capable de couler en entraînant les fragments restés solides des bancs les plus résistants. On peut invoquer à ce propos le phénomène de la thixotropie, qui est la transformation, par simple agitation et sans augmentation de la teneur en eau, d'une vase à consistance solide en une boue fluide.

Dès le Berriasien, enfin, et surtout au Néocomien supérieur, les vases sont devenues assez plastiques pour se déformer sans perdre leur cohésion, au moins dans certains bancs plus calcaires qui ont ainsi pu glisser sur les lits quasi-fluides qui les séparaient, en se tordant ou s'étirant d'une façon très irrégulière.

On peut concevoir, sans que cette hypothèse soit d'ailleurs nécessaire, que les brèches du Tithonique se soient formées sur un fond horizontal, à la suite de secousses séismiques. Tous les autres accidents décrits, par contre, n'ont pu prendre naissance que sur un fond incliné, dont la pente pouvait d'ailleurs être faible (on sait que, lors du glissement sous-lacustre de Zug, la pente n'était que de 2 0/0). Accessoirement, ces glissements nous montrent que la stratification si régulière du Néocomien existait déjà immédiatement après le dépôt. Elle tient donc à des variations périodiques dans la nature des sédiments, que nous sommes d'ailleurs incapables d'expliquer, et non à une modification postérieure des dépôts.

Pour aller plus loin, il est nécessaire de compléter l'étude élémentaire de ces accidents, par l'examen de leur répartition dans l'espace. La carte ci-contre permet de faire, à ce sujet, un certain nombre de constatations intéressantes.

Les contournements de couches du Séquanien sont strictement localisés le long d'une ligne Die-La Piarre, le long de laquelle ils paraissent, autant que les affleurements permettent d'en juger, à peu près continus, et en dehors de laquelle ils n'existent nulle part.

Les brèches du Tithonique et du Berriasien, au contraire, existent absolument partout ; les contournements de couches du Berriasien ne sont nets qu'en deux points.

A l'Hauterivien, nous retrouvons une répartition très caractéristique : les contournements ne manquent dans aucun affleurement, le long d'une ligne



allant de l'Ouest de Verclause à la vallée de la Méouge. Ils n'existent pas en dehors de cette ligne. Leur distribution est donc analogue à celle du Séquanien mais avec un décalage d'une vingtaine de kilomètres vers le Sud.

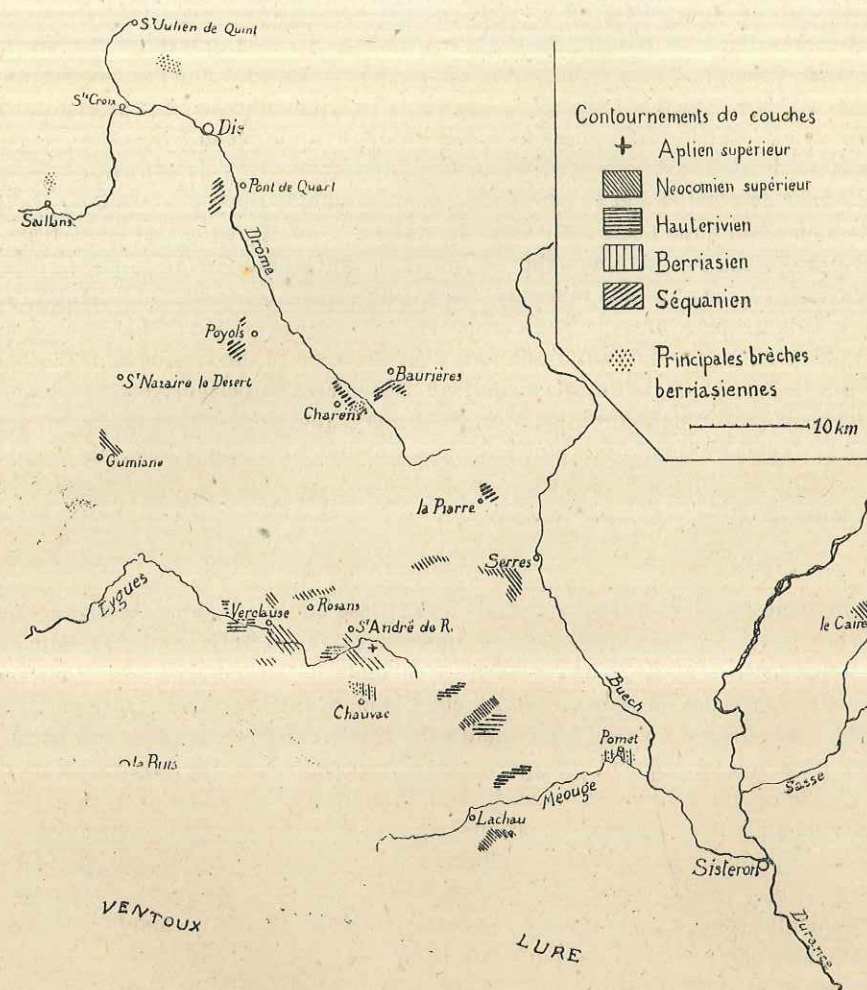


Fig. 40. — Carte indiquant l'emplacement des principales irrégularités de stratification. On n'a indiqué ici, ni les brèches lithoniques, ni les brèches berriasiennes de faciès banal, que l'on trouve dans tous les affleurements.

Au Néocomien supérieur, les bancs contournés occupent une étendue plus forte, en particulier autour de Rosans. Cependant, on reconnaît encore un allongement général EW, en particulier si l'on tient compte des affleurements les plus éloignés Gumiane à l'W, le Caire et Allos à l'Est.

La répartition le long de bandes étroites, si nette au Séquanien et à l'Haute-

rien, suggère que le fond marin a dû se trouver incliné le long d'un talus relativement continu, sur lequel se sont produits les glissements que nous observons. Il s'agirait donc d'une flexure localisée. Un examen plus approfondi des contournements permettra peut-être de préciser le sens du mouvement.

Au Néocomien supérieur, la déformation a dû être plus complexe et plus étendue, mais ses caractères ne devaient pas être foncièrement différents.

Nous devons donc nous représenter le fond de la fosse vocontienne comme particulièrement instable, sujet à des secousses violentes ou à des déformations lentes, sans d'ailleurs que ces mouvements tendent vers une émergence : au contraire, la région instable restait constamment plus profonde que les aires stables environnantes. Par leurs directions, NW-SE à W-E, ces flexures du fond se rapprochent des plissements qui ont pris naissance beaucoup plus tard et peuvent être considérées comme représentant une phase embryonnaire des mouvements du Crétacé supérieur ou de l'Eocène. C'est sans doute l'existence de rides plus ou moins marquées remontant à ces différentes phases qui a entraîné une déformation du plan des accidents miocènes, dans lequel se sont trouvés incorporés des éléments ainsi dirigés.



### CHAPITRE III

#### L'URGONIEN

Dans les deux régions que nous venons de parcourir, les étages successifs du Néocomien sont représentés par des faciès vaseux plus ou moins profonds, mais toujours à Ammonites qui permettent de les identifier facilement.

Dans tout le reste du SE, du Jura à la Provence, et aux Pyrénées, une partie du Néocomien est à l'état de calcaires blancs, zoogènes, qui constituent l'Urgonien.

On peut se placer, pour l'étude de celui-ci, à trois points de vue principaux : chercher à déterminer l'âge de ses niveaux, chercher d'après leurs faciès à reconstituer les conditions dans lesquelles les dépôts correspondants ont pris naissance, étudier et chercher à interpréter paléogéographiquement leur extension horizontale. Sans reprendre les observations publiées antérieurement<sup>1</sup>, nous allons essayer d'en faire une synthèse, en nous plaçant successivement à ces trois points de vue.

Avant d'aborder la question d'âge qui, conformément à une tendance générale de la géologie française, a été la plus étudiée, décrivons rapidement les principaux faciès.

Ce qui caractérise essentiellement l'Urgonien, c'est un certain faciès global, qui imprime aux paysages de Provence ou du Vercors un aspect particulier. L'Urgonien forme de grandes falaises blanches, à patine ocre claire, au milieu desquelles la stratification reste toujours légèrement indiquée. Le contraste avec les croupes aux formes molles du Barrémien de faciès bathyal, où la stratification se traduit par un rubannement extrêmement accusé, est complet ; mais dans les régions intermédiaires, les caractères morphologiques peuvent varier beaucoup, pour une même roche, suivant le pendage, l'exposition, la vigueur de l'érosion, etc... et force nous est de chercher des critères plus objectifs.

L'aspect macroscopique de la roche résulte, pour une large part, de la

<sup>1</sup> JEAN GOGUEL. Sur l'extension des faciès urgoniens dans les Monts de Vaucluse. *B. S. G. F.*, 5, II, 1932, p. 445.

JEAN GOGUEL. Extension des faciès urgoniens dans l'Ardèche. *C. R. S. G. F.*, n° 10, 18 mai 1936, p. 162.

JEAN GOGUEL. Remarques sur la bordure du Vercors, dans l'angle S. E. de la feuille de Valence. *C. R. Coll. pour 1938, Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 199, t. XL, 1939, p. 177.

recristallisation de la calcite, qui a oblitéré la micro-structure de certains organismes, en particulier les Polypiers, initialement en aragonite.

Laissant encore de côté ce facteur, le faciès le plus répandu, au moins au centre des régions urgoniennes, est celui des calcaires à Réquiénies, à pâte crayeuse, ou parfois pétrie de débris. Nous manquons de points de comparaison pour déterminer les conditions favorables à la vie des Pachyodontes, dont les énormes coquilles remplissent la roche. Les espèces urgoniennes n'ayant pas d'aire de fixation différenciée, nous pouvons nous les représenter comme accrochées dans une vase, presque exclusivement calcaire, très fine lorsqu'elle a donné naissance à des calcaires crayeux, plus grossière dans d'autres cas, mais toujours très riche en foraminifères. Nous ne possédons aucune indication sur la profondeur.

La présence des Pachyodontes n'est nullement constante dans les calcaires urgoniens et au faciès précédent s'en associe un autre, qui existe à peu près seul dans les parties marginales des régions urgoniennes, celui des calcaires à débris ou calcaires graveleux. Sous leur forme la plus typique, ces calcaires sont formés d'éléments roulés, atteignant dans certaines régions 2 à 3 mm, cimentés par de la calcite. Les éléments sont le plus souvent d'origine organique ; on reconnaît parmi eux des fragments d'échinodermes, ou de coquilles diverses, des algues, des bryozoaires, etc..., mais on y trouve également des fragments d'un calcaire antérieur à foraminifères. Parfois, le dépôt de calcite semble avoir commencé avant la sédimentation, sous forme d'une pellicule superficielle ; l'aspect macroscopique est alors celui d'un calcaire oolithique. On observe quelquefois une stratification nettement entrecroisée, indiquant un dépôt en eaux agitées, de même que le façonnement des débris résulte d'une usure mécanique.

Dans tous les cas, les calcaires à débris comportent un certain nombre d'éléments non roulés et de taille très différente, qui sont des organismes ayant vécu au voisinage du lieu de dépôt : ce sont en particulier des foraminifères, millioles ou orbitolines, des rhynchonelles intactes, malgré la fragilité de leur test nacré et, dans quelques rares gisements, les nombreuses espèces de gastéropodes étudiées par Cossmann<sup>1</sup> et par Sayn<sup>2</sup>.

Tous ces caractères indiquent un dépôt en eaux agitées, donc peu profondes, aux dépens d'accumulations d'organismes perpétuellement détruites par les vagues ; le milieu devait être très riche en calcaire qui pouvait précipiter directement (ciment, pellicules oolithiques) en plus de l'intense fixation qui en était faite par les organismes vivants. La présence occasionnelle de polypiers coloniaux indique une température élevée, si bien que les conditions devaient être assez analogues à celles qui règnent actuellement dans la région des îles Bahama.

<sup>1</sup> COSSMANN. Les coquilles des calcaires d'Orgon. *B. S. G. F.*, 4, XVI, 1916, p. 336.

<sup>2</sup> SAYN. Description de la faune de l'Urgonien de Barcelonne (Drôme). *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XVIII, mém. 15, 1931.



Surtout dans les zones de transition, la structure à débris n'est pas toujours aussi typique. On voit progressivement les débris devenir plus fins et moins nombreux par rapport aux foraminifères autochtones, dont l'accumulation donne un calcaire dur, d'aspect légèrement grenu. Il suffira ensuite de quelques apports argileux pour passer aux calcaires plus ou moins marneux (calcaires à ciment) qui marquent un stade intermédiaire très épais, avant le passage aux faciès profonds. Si l'on en juge par la localisation des silex, les éponges, qui ont dû constituer la principale source de silice, étaient localisées dans cette zone de transition, où la profondeur devait être un peu plus forte que là où se formaient de véritables calcaires à débris.

Nulle part, nous ne connaissons de véritable récif, formé par une accumulation d'organismes constructeurs, comme on en connaît de nombreux exemples dans le Jurassique. Les polypiers coloniaux ne sont pas rares, parfois silicifiés, comme sous le village de Sault (Vaucluse), le plus souvent recristallisés en calcite, ce qui masque le détail des structures. On trouve également d'autres organismes jouant un rôle analogue, en particulier des stromatopores<sup>1</sup>. Dans les Monts de Vaucluse, tous ces organismes sont localisés dans un banc continu, très étendu, ce qui indique une brève période de grande extension : c'est exactement le contraire de ce qu'on observe actuellement dans le Pacifique. On comprend assez mal les raisons d'une telle répartition.

Nous avons indiqué plus haut les termes de la transition, en quelque sorte normale, que l'on observe sur le pourtour des massifs urgoniens, par exemple dans les Monts de Vaucluse et le Ventoux. Mais on voit réapparaître parfois, au milieu d'une région de faciès uniformément profonds, de curieux rappels des faciès urgoniens. La chose se produit en particulier le long d'une bande à peu près continue, dirigée de W 30° N à E 30° S, depuis Crupies jusqu'au Nord de Rosans par Arnayon et la partie sud du synclinal de la Charce, c'est-à-dire à peu près dans l'axe de la fosse vocontienne. Au milieu de calcaires vaseux fins absolument normaux, on trouve quelques bancs isolés qui comportent de nombreux débris calcaires analogues à ceux de l'Urgonien, compris dans un ciment gris, légèrement marneux, très comparable aux bancs voisins. Il semble qu'à la sédimentation vaseuse se soit localement superposé un apport de débris, analogues à ceux qui constituaient l'Urgonien. Quelques bancs sont riches en orbitolines, parfois silicifiées. Dans sa partie ouest (Gumiane), cette même bande nous a fourni des polypiers. Il semble donc que l'on assiste, sans doute le long d'une ride anticlinale du fond de la fosse vocontienne, à une timide ébauche du régime biologique qui caractérise les régions urgoniennes, mais sans que la sédimentation vaseuse se soit interrompue complètement. On aurait pu songer au transport, par des courants, d'éléments ayant pris naissance dans une région urgonienne, mais cette hypothèse expliquerait mal leur localisation suivant une bande étroite.

Le long de la route montant à Ravel (Sud de Châtillon-en-Diois), on voit un

<sup>1</sup> Y. DEHORNE. Les Stromatoporoïdes des terrains secondaires. *Mém. Carte Géol.*, 1920, 510.

banc qui illustre la genèse des calcaires à débris. On est là sur la lisière des faciès urgoniens du prolongement méridional du Vercors ; le banc inférieur du calcaire à débris, qui repose sur un calcaire vaseux à grain fin, est un véritable conglomérat, dont les éléments, plus ou moins roulés, sont identiques au calcaire vaseux sous-jacent alors que le ciment est constitué par le calcaire à débris : la formation de celui-ci s'est donc produite dans des eaux beaucoup plus agitées, susceptibles de remanier les vases antérieurement déposées.

La même chose s'observe au col 934, au Nord de Gumiane, à l'extrémité occidentale de la bande qui traverse la fosse vocontienne.

A l'Urgonien est étroitement associé un faciès particulier des couches sous-jacentes, celui des « calcaires à spatangues » de l'Hauterivien, dont le domaine coïncide presque exactement avec celui de l'Urgonien ; son extension est cependant légèrement moindre et en particulier, dans le Vercors, il n'apparaît que sensiblement au Nord de la limite de l'Urgonien. Ce faciès est caractérisé par une très grande épaisseur d'un calcaire relativement moins délitable que dans les régions profondes, qui par altération se divise en miches arrondies. La faune comporte quelques céphalopodes, relativement néritiques, des lamelli-branches (*Corbis corrugata*, *Astarte Beaumonti*, *Pinna sulcifera*, parfois *Ostrea Couloni*), mais surtout *Toxaster amplus* (ou, dans d'autres régions, *T. retusus*) représenté par d'innombrables individus qui en certains points, arrivent à remplir les joints entre bancs. Ces caractères, remarquablement constants, indiquent une profondeur peu variable, vraisemblablement modérée, sur des étendues considérables. L'homogénéité et la stabilité de ces régions étaient donc déjà assurées et une simple diminution de profondeur devait permettre, grâce à un climat convenable, l'établissement du faciès urgonien.

La difficulté d'une détermination précise de l'âge des bancs urgoniens tient à ce que l'on n'y rencontre aucun des fossiles caractérisant les zones classiques à ammonites. Même si l'on peut mettre en évidence une répartition verticale systématique des Pachyodontes, il restera à établir l'équivalence entre ces zones, et celles définies par les ammonites.

On doit donc procéder à une détermination indirecte de l'âge, pour laquelle on peut faire appel soit à l'âge des formations sous-jacentes et à celui des formations sus-jacentes, soit à l'observation des passages latéraux. Nous allons indiquer sommairement les renseignements fournis par ces différents ordres d'observations.

Contrairement à ce qui se passe dans les Pyrénées Orientales, où l'Urgonien est transgressif sur des termes quelconques du Jurassique, il succède toujours, dans le Sud-Est, à des calcaires marneux présentant le faciès à *Toxaster*, dont nous venons de parler ; les ammonites y sont peu fréquentes, mais on en connaît



un nombre suffisant pour pouvoir affirmer que (en dehors des zones de transition, que nous examinerons à propos des passages latéraux) l'on ne trouve sous l'Urgonien bien caractérisé que de l'Hauterivien, le plus souvent de l'Hauterivien supérieur à *Parahoplites cruasensis* TORC. Jamais on n'a trouvé, dans ces conditions, de fossiles caractérisant le Barrémien *sensu stricto*.

Du côté de la limite supérieure, les choses sont un peu plus complexes.

La répartition des marnes gargasiennes (Aptien supérieur) à ammonites pyriteuses est tout à fait indépendante de celle de l'Urgonien (nous laisserons de côté le Nord du Vercors et la région de l'Aude, où les choses sont un peu différentes) mais elles reposent souvent sur lui avec un ravinement assez marqué.

En d'autres points, assez nombreux, on trouve au-dessus de l'Urgonien une certaine épaisseur de marnes ou de calcaires marneux à Ammonites de l'Aptien inférieur (Bédoulien). Citons quelques-uns de ces gisements.

A Laval-Saint-Roman (Ardèche), l'Urgonien se termine par une surface corrodée sur laquelle reposent des marnes jaunâtres à huîtres (*Ostrea aquila* de grande taille, *Douvilleiceras* sp., *Hoplites Deshayesi*, etc.).

Au pied méridional du Ventoux, à Murs, Fontaube, Bédoin, etc., quelques mètres de calcaires marneux jaunâtres, reposant sur l'Urgonien sans aucune transition, contiennent la même faune.

Au Chêne, près d'Apt, Leenhardt a signalé, et j'ai retrouvé, *Hoplites Deshayesi* pyriteux dans des marnes analogues à celles du Gargasien.

Enfin, dans la localité classique de la Bédoule, l'Urgonien est surmonté par une grande épaisseur de calcaires marneux exploités pour ciment, qui passent progressivement vers le haut aux marnes gargasiennes et ont fourni la faune classique du Bédoulien étudiée en dernier lieu par ROCH<sup>1</sup>.

Etant donné le nombre de localités où une érosion, d'âge quelconque, a décapé le sommet de l'Urgonien, ces exemples permettent de dire que très souvent le Bédoulien à ammonites existe au-dessus de l'Urgonien le plus typique.

Les observations de passage latéral vont nous fournir des conclusions plus variées, parce qu'elles permettent d'étudier séparément les niveaux successifs de l'Urgonien. Elles sont d'ailleurs d'un emploi délicat et des failles méconnues, ou simplement les lacunes inévitables de l'observation peuvent entraîner des erreurs, si l'on ne s'impose pas de suivre des niveaux repères qui restent reconnaissables au milieu des changements de faciès. A la suite de Paquier, les plus employés de ces niveaux ont été les niveaux marneux, qui pénètrent sur une certaine distance dans la masse des calcaires urgoniens, au milieu desquels ils se traduisent par des vires très caractéristiques coupant les escarpements.

En réalité, ces niveaux marneux se modifient en même temps que les calcaires qui les encadrent. Prenons le plus classique d'entre eux, celui de Fontaine-Graillière sur le bord sud du Vercors.

<sup>1</sup> ED. ROCH. Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bédoule. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, nouvelle série, t. IV, fasc. 1, mémoire 8, 1927.

Une douzaine de kilomètres au Sud de Fontaine-Graillière, la route de Glandage au col Grimone permet d'observer une coupe qui montre un seul passage de faciès urgonien, à la base du Barrémien<sup>1</sup>. On note, à quelques dizaines de mètres en dessous de la base des marnes aptiennes, une intercalation argileuse d'une dizaine de mètres.

A 5 km plus au Nord, la coupe de la Montagne de Bellemotte est déjà très différente. Sous un lambeau discordant de Crétacé supérieur, la partie supé-

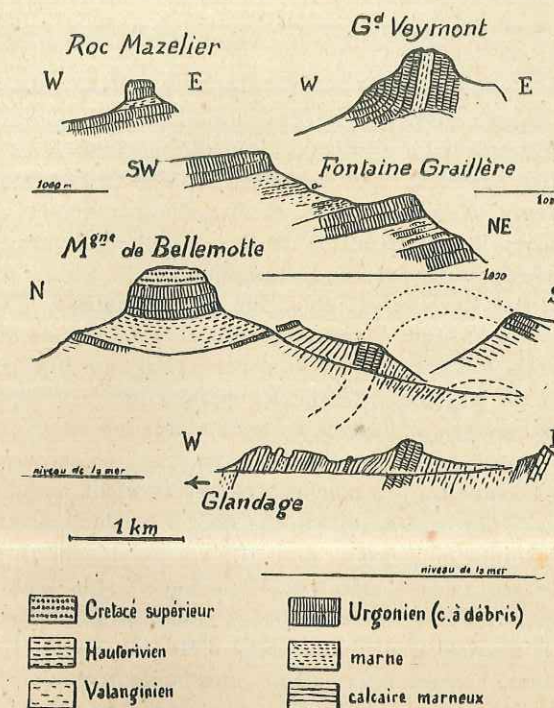


Fig. 41. — Coupes de la terminaison méridionale du Vercors, montrant l'évolution des niveaux marneux du Barrémien supérieur.

rieure de la montagne est formée par un calcaire à débris urgonien typique, d'un blanc éclatant, qui repose sur une grande épaisseur de marnes bleues, schisteuses, dans lesquelles nous n'avons pu trouver qu'un *Toxaster* indéterminable et un tronçon de *Macroscaphites* ou de *Heteroceras*. Ces marnes reposent sur un banc de calcaire à débris qui n'a, au Sud, que 2 m d'épaisseur (notamment plus épais au Nord) et qui surmonte une épaisse série de calcaires blanchâtres, grenus, en plaquettes. Ici encore, la base du Barrémien, sur 100 m d'épaisseur environ, est représentée par des calcaires à débris très nets,

<sup>1</sup> Cf. JEAN GOGUEL. Remarques sur la bordure du Vercors. *C. R. Coll.*, 1938, *Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 199, t. XL, 1939, fig. 5, p. 181.



reposant directement sur le sommet de l'Hauterivien, peu épais. Il y a donc, par rapport à la coupe de Glandage, augmentation considérable de l'intercalation marneuse que l'on peut rapporter au sommet du Barrémien, et d'autre part, il apparaît en dessus un calcaire urgonien tout à fait typique, malheureusement conservé en lambeaux discontinus entre lesquels toute transition a disparu.

De Bellemotte à Fontaine-Graillère, les calcaires grenus du Barrémien se modifient progressivement ; il apparaît à la partie supérieure un second niveau de calcaire à très gros débris ; mais la partie marneuse conserve à peu près la même épaisseur, et sa nature est la même à Combeaux qu'à Bellemotte. Mais à Fontaine-Graillère, où Paquier a découvert une faune du Barrémien supérieur, les marnes se sont déjà passablement transformées ; elles comportent, en leur milieu, des calcaires gris, lités, se divisant en plaquettes irrégulières, qui déterminent un petit escarpement au milieu de la pente marneuse.

Ces calcaires gris passent, à peu de distance, à des calcaires à débris dont l'épaisseur augmente progressivement et on perd rapidement la trace des niveaux argileux qui les encadrent. L'érosion semble d'ailleurs avoir enlevé, plus au Nord, la partie supérieure de l'Urgonien.

A 7 km de là, le Roc Mazelier est constitué par un chapeau de calcaire résistant reposant sur une base plus tendre, ce qui lui confère une silhouette très caractéristique. Trois km encore plus loin, le versant sud du Grand Veymont, formé de bancs verticaux, comporte une bande déprimée, correspondant à une série de bancs plus tendres, le long de laquelle monte le sentier.

Si l'on admet — comme Paquier l'a fait en traçant les contours de la feuille Vizille — que ces niveaux un peu marneux représentent l'horizon de Fontaine-Graillère, on devrait, par continuité, en chercher le prolongement vers le NW dans la forêt domaniale du Vercors ; mais il n'y a pas là un niveau marneux individualisé entre des masses calcaires. L'érosion a évidé toute une série de niveaux relativement tendres, entre les bancs calcaires qui restent en relief<sup>1</sup>. L'horizon de Fontaine-Graillère a donc cessé d'être un guide. L'épaisse série marneuse, à son tour, a passé latéralement aux faciès urgoniens et aucun fil conducteur ne nous permet de dire exactement comment s'est fait le passage latéral. Il serait, *a fortiori*, imprudent de vouloir assimiler exactement la « couche à orbitolines » du Nord du Vercors à l'horizon de Fontaine-Graillère.

En quelques points du Sud du Vercors (Puy de la Gagère, Col du Rousset, Maison forestière de Péguère, col de Bachassous, etc.) on retrouve une couche marneuse, épaisse de 10 à 20 m et généralement sans fossiles, entre des masses calcaires urgoniennes ; on peut sans invraisemblance l'assimiler à une partie de la série marneuse de Fontaine-Graillère.

Nous avons publié antérieurement les observations analogues que l'on peut faire dans l'Ardèche et la région du Ventoux, où la couche marneuse (couche C de Leenhardt) peut être identifiée avec précision, parce qu'elle est surmontée immédiatement par le niveau à Polypiers.

<sup>1</sup> Voir photo pages 48-49, in : Raoul Blanchard et lieutenant-col. Seive. Les Alpes françaises à vol d'oiseau. Arthaud, Grenoble et Paris, 1942.

Dans chacune de ces régions, un niveau marneux à faune barrémienne sépare une masse urgonienne supérieure, dont l'extension est considérable, d'une masse inférieure, qui passe bientôt, et avec de multiples alternances des deux faciès, au calcaire vaseux profond.

La seule conclusion correcte que l'on puisse tirer de ces observations est donc celle-ci : sur le pourtour de la fosse vocontienne, l'extension des faciès urgoniens a subi d'abord de petites fluctuations, puis un recul marqué, qui se place au Barrémien supérieur, suivi d'une extension considérable.

Mais la préoccupation de tracer des contours au 1/80 000 a conduit à poser le problème sous une forme un peu différente : tracer un contour séparant, dans la masse de l'Urgonien, ce qui doit être rapporté au Barrémien, et noté *c<sub>m</sub>*, de ce qui appartient au Bédoulien, *c<sub>b</sub>* ; et, malheureusement, cette différence de notation entraîne une différence de teinte conventionnelle qui rend beaucoup trop apparente une distinction en réalité subtile.

Tous les collaborateurs de la Carte (y compris l'auteur de ces lignes) ont, à la suite de Paquier, rangé dans le Bédoulien la masse urgonienne supérieure, correspondant à l'extension maximum de ce faciès. Pour voir de combien cette conclusion dépasse les prémices, il est bon de revenir à la définition des termes que nous employons : rapporter la masse supérieure de l'Urgonien au Bédoulien, c'est dire qu'elle est du même âge que les formations du voisinage qui contiennent la faune bédoulienne à *Douvilleiceras* et *Ancyloceras Matheroni*. Mais nous avons noté, au premier chapitre, la répartition très particulière de cette faune, qui, dans les régions profondes, se rencontre sporadiquement dans les tout derniers bancs d'un ensemble lithologique qui contient la faune barrémienne presque à son sommet et qui passe ensuite sans lacune visible à des marnes à faune gargasienne (région de Saint-André, Séranon, vallée de l'Estéron ; plus au Sud, dès qu'il apparaît une lacune, la faune bédoulienne manque complètement).

Dans une région intermédiaire entre ces formations profondes et le domaine des calcaires urgoniens, région caractérisée par la grande épaisseur qu'y atteignent les calcaires, la faune bédoulienne occupe au contraire plusieurs dizaines, voire une centaine de mètres d'épaisseur : calcaires de l'Homme d'Arme, près Montélimar, calcaires de Vaison, calcaires à silex charveyrons de la Montagne de Lure. Ces calcaires sont d'ailleurs beaucoup trop peu fossilifères pour qu'on puisse y repérer la limite entre les faunes barrémiennes et bédouliennes.

Avant de chercher à tracer, au sein de l'Urgonien, une limite précise entre le Barrémien et le Bédoulien, il est nécessaire de définir cette limite dans les formations à Céphalopodes. Osons-nous affirmer que seul le dernier banc de Saint-André s'est déposé pendant la période de temps qui a vu la formation des calcaires à silex charveyrons de la Montagne de Lure ?

Les éléments les plus caractéristiques de la faune bédoulienne, et en particulier les *Douvilleiceras* ne représentent pas un stade évolutif nouveau de la faune barrémienne, mais doivent résulter d'une immigration dont on pourrait supposer qu'elle a été progressive et s'est faite d'abord au voisinage des régions



récifales, pour atteindre un peu plus tard seulement les régions plus profondes, à la veille du bouleversement qui allait y modifier complètement la nature des sédiments.

Et même si la limite inférieure des faunes bédouliennes constitue un niveau bien défini, la présence de fossiles barrémiens dans la dernière récurrence marneuse au milieu de l'Urgonien ne nous autorise nullement à placer cette limite immédiatement au-dessus, à la base de la masse supérieure de l'Urgonien ; nous pouvons seulement affirmer qu'elle est plus haut, quelque part dans la masse supérieure : la méthode paléontologique n'a, en stratigraphie, qu'un pouvoir de résolution limité et il n'est pas possible d'en attendre une précision indéfiniment perfectible. A un certain degré de finesse, on doit renoncer à des parallélisations précises à distance pour se borner à suivre des horizons-repères lithologiques ; il semble bien que ce stade soit atteint en ce qui concerne la question de l'âge précis des formations urgoniennes.

..

Sur la carte ci-contre, nous nous sommes efforcé d'indiquer le plus exactement possible l'extension de chacune des deux masses de l'Urgonien, ainsi que la bande médiane à caractères analogues.

Ces contours — surtout ceux relatifs à la masse inférieure barrémienne — font nettement apparaître la fosse vocontienne comme un fossé, dirigé W 30° N-E 30° S, qui interrompt la continuité des hauts fonds urgoniens. Les résultats du chapitre précédent nous permettent d'ajouter que ce fossé constitue une zone instable, le long de laquelle de petits mouvements se sont produits à plusieurs reprises, toujours suivant la même direction. Nous avons vu qu'on peut les considérer comme des mouvements précurseurs annonçant les plissements du Crétacé supérieur (qui se sont produits, il est vrai, suivant une direction sensiblement différente) et introduisant des inégalités de faciès qui ont joué un rôle important dans la répartition des plissements miocènes.

..

Nous pouvons nous représenter la région où se déposait l'Urgonien comme un ensemble de hauts fonds, balayés par les vagues sur leurs lisières, alors qu'en leurs parties centrales l'agitation de l'eau se trouvait suffisamment freinée pour que se déposent des vases calcaires fines.

Ce sont ces hauts-fonds qui nous apparaissent comme stables, en opposition complète avec le sillon plus ou moins mouvant de la fosse vocontienne.

La région profonde de Barrême-Saint-André, dans le Nord des Alpes-Maritimes prolonge ce sillon, sans qu'on y retrouve les mêmes indices d'instabilité.

Il est difficile de dire d'une façon précise pourquoi aucune formation zoogène n'a pris naissance au Barrémien dans la région de profondeur progressivement décroissante située plus au Sud, alors que des calcaires blancs zoogènes s'y étaient formés au Jurassique supérieur et jusqu'au Valanginien ; leur

absence montre combien devaient être complexes et délicates les conditions dont l'ensemble était nécessaire pour que puissent prendre naissance les calcaires urgoniens. A côté des facteurs bathymétriques devaient intervenir des conditions climatiques et d'autres relatives aux courants et à la nature des sédiments apportés des terres voisines.

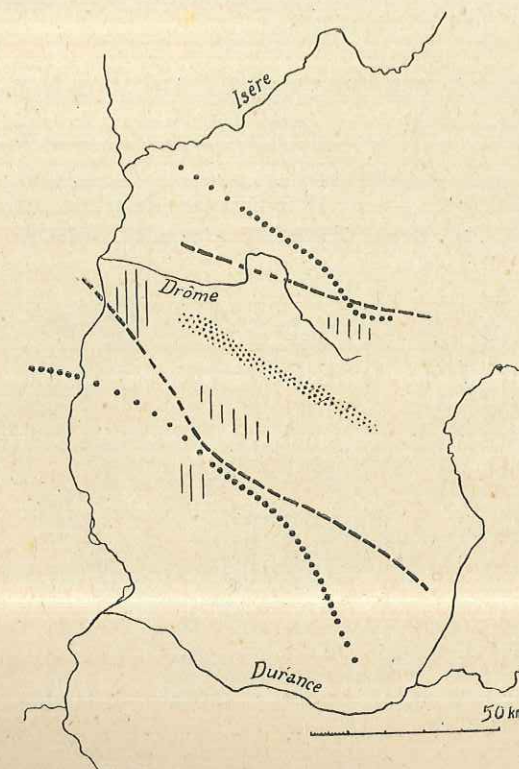


Fig. 42. — Carte indiquant les limites des faciès urgoniens ; au Barrémien (masse inférieure) par des lignes de points, et par des tirets pour la masse supérieure. Les points fins indiquent la zone à éléments urgoniens, dans l'axe de la fosse vocontienne. Les hachures verticales indiquent des calcaires de transition correspondant à la masse supérieure.

On sait que, vers l'Ouest, la mer du Crétacé inférieur devait dépasser largement la limite actuelle du Massif Central.

Vers l'Est, ses limites sont également difficiles à étudier. La présence d'Urgonien dans les nappes helvétiques montre qu'il devait exister dans la couverture des massifs cristallins externes, mais il a été enlevé par l'érosion autour du Pelvoux.

Plus loin encore, la mer devait se raccorder d'une façon continue au sillon subsident sub-briançonnais.

A l'approche du bassin parisien, les faciès urgoniens ne disparaissent que



pour faire place aux dépôts de faible profondeur du bras de mer étroit qui, par l'Aube, a envahi progressivement la région des lacs wealdiens.

Dans presque toute l'Europe occidentale, le Crétacé inférieur correspond à une diminution de profondeur ou à une émergence. Seule, la fosse vocontienne fait exception; d'après ce que nous avons vu, la persistance d'une profondeur notable semble y être en rapport avec l'instabilité d'un sillon subsident, en cour d'affaissement plus ou moins irrégulier.

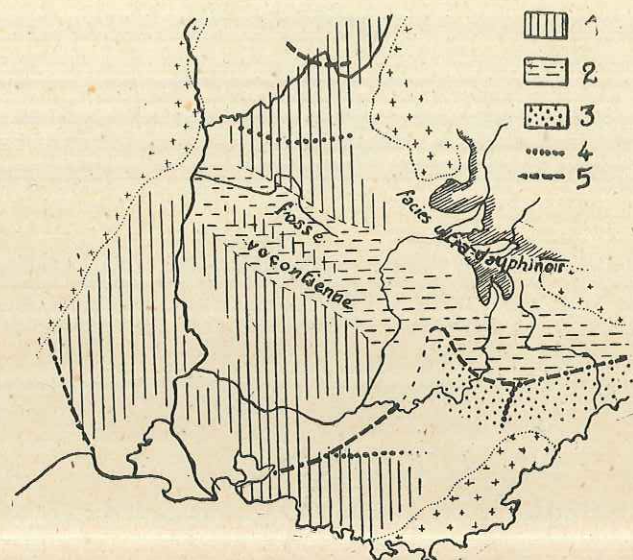


Fig. 43. — Facies du Néocomien dans le Sud-Est.

1 : calcaire urgonien ; 2 : faciès profond du Néocomien supérieur ; 3 : faciès de faible profondeur, sans Urganien ; 4 : limite des calcaires valanginiens ; 5 : limite des calcaires blancs du Jurassique supérieur.

Ainsi comprise, la fosse vocontienne ne peut se comparer qu'aux sillons de même direction où se sont formés plus à l'Est les dépôts caractéristiques de la zone subbriançonnaise. L'instabilité de la fosse vocontienne nous apparaît donc comme un rappel atténué, en pleine zone externe des Alpes, du régime qui caractérisait les zones internes.

Il ne faut d'ailleurs pas s'exagérer cette instabilité : nous avons vu que ses indices disparaissent presque complètement dans la région profonde qui prolonge à l'Est la fosse vocontienne, région profonde par laquelle se fait le raccordement avec la zone ultra-dauphinoise.

La région de faible profondeur, et cependant dépourvue de calcaire urgonien, des Alpes Maritimes, est-elle en rapport avec ce prolongement de la fosse vocontienne? Il est possible que la nature particulière des dépôts y tienne surtout à la violence des courants, ou à d'autres conditions climatiques, et non à des facteurs structuraux.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER  
Paris — N° 1258  
Dépôt légal : 2<sup>e</sup> trimestre 1945

Imprimé  
en France  
Autorisation  
N° 576

BARNÉOUD FRÈRES et C<sup>ie</sup>  
Imprimeurs, 31, 0566  
Laval (Mayenne)  
N° 242 — 5-1945